

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
VIỆN TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

NGÔ TIẾN CHƯƠNG

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG NUÔI TÔM-LÚA
THEO HƯỚNG HỮU CƠ TẠI HUYỆN THỜI BÌNH, TỈNH
CÀ MAU

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KHOA HỌC MÔI TRƯỜNG

Hà Nội - 2024

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
VIỆN TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

NGÔ TIẾN CHƯƠNG

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG NUÔI TÔM-LÚA THEO
HƯỚNG HỮU CƠ TẠI HUYỆN THỚI BÌNH, TỈNH CÀ MAU

Chuyên ngành: Môi trường và phát triển bền vững

Mã số: 9440301.04

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- GS. TS. Trần Ngọc Hải
- TS. Đỗ Quang Trung

Hà Nội - 2024

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn của GS.TS. Trần Ngọc Hải và TS. Đỗ Quang Trung. Các kết quả nghiên cứu được trình bày trong luận án là trung thực, khách quan và chưa được dùng cho luận án cùng cấp nào khác. Tài liệu tham khảo đã được xem xét, chọn lọc kỹ lưỡng và trích dẫn đầy đủ.

Luận án này được hoàn thành dựa trên các kết quả nghiên cứu của tôi trong khuôn khổ một hoạt động của Dự án Thích ứng với Biến đổi khí hậu vùng Đồng bằng sông Cửu Long - MCRP do Tổ chức Hợp tác quốc tế Đức - GIZ phối hợp thực hiện với trường Đại học Cần Thơ. Dự án có quyền sử dụng kết quả của luận án này để phục vụ cho mục tiêu báo cáo của dự án.

Tôi là tác giả chính hoặc tác giả liên hệ của các bài báo khoa học đã xuất bản mà nội dung được sử dụng trong luận án.

Tác giả luận án

Ngô Tiến Chương

LỜI CẢM ƠN

Hoàn thành luận án tiến sỹ này, lời đầu tiên, nghiên cứu sinh xin gửi lời cảm ơn chân thành nhất tới GS.TS. Trần Ngọc Hải- người hướng dẫn khoa học chính và TS. Đỗ Quang Trung, hướng dẫn khoa học đã định hướng các hướng nghiên cứu cho luận án cũng như đã theo dõi, góp ý, hướng dẫn và động viên nghiên cứu sinh trong suốt quá trình nghiên cứu và hoàn thiện luận án.

Nghiên cứu sinh xin chân thành cảm ơn Tổ chức Hợp tác quốc tế Đức- GIZ, Trường Đại học Cần Thơ, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Cà Mau và Chi cục thủy sản Cà Mau, Ủy ban Nhân dân huyện Thới Bình, xã Biển Bạch Đông, các Hợp tác xã Dân Phát và Hòa Phát đã hỗ trợ trong suốt thời gian thực hiện đề tài.

Lời cảm ơn trân trọng xin được gửi tới tập thể Lãnh đạo, cán bộ và các thầy cô thuộc Viện Tài nguyên và Môi trường (CRES), Đại học Quốc gia Hà Nội đã tổ chức, giảng dạy và hướng dẫn các hoạt động học tập của nghiên cứu sinh trong suốt quá trình đào tạo.

Nghiên cứu sinh xin được cảm ơn chân thành các đồng nghiệp: ông Christoph Klinnert, Cố vấn trưởng Chương trình MCRP-GIZ đã ủng hộ và tạo điều kiện cho nghiên cứu sinh thực hiện tốt đề tài nghiên cứu; PGS.TS. Huỳnh Trường Giang, TS. Nguyễn Thị Kim Liên, ThS. Trần Trung Giang, ThS. Âu Văn Hoá, KS. Vũ Hùng Hải, PGS.TS. Võ Nam Sơn, PGS. TS. Huỳnh Văn Hiền, Trường Đại học Cần Thơ đã nhiệt tình hỗ trợ và giúp đỡ nghiên cứu sinh trong việc thực hiện các nội dung về thu thập số liệu, phân tích và xây dựng mô hình trong quá trình nghiên cứu.

Đồng thời, tôi xin cảm ơn các học viên cao học Hồ Văn Việt, Phạm Ngọc Khỏe và Nguyễn Trung Kiên - Chi cục Thủy sản tỉnh Cà Mau; Trần Văn An - Chi cục Trồng trọt tỉnh Cà Mau; Vưu Minh Nhí - Trung tâm Khuyến nông Cà Mau đã hỗ trợ tôi rất nhiều trong quá trình thực hiện đề tài và hoàn thành luận án này.

Cuối cùng, xin dành lời cảm ơn và sự yêu quý của bản thân tới gia đình vì tình yêu, sự thông cảm và hỗ trợ mà gia đình đã dành cho nghiên cứu sinh trong suốt quá trình nghiên cứu vừa qua.

MỤC LỤC

| | Trang |
|--|-------|
| LỜI CAM ĐOAN | i |
| LỜI CẢM ƠN | ii |
| MỤC LỤC | iii |
| DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT | viii |
| DANH MỤC BẢNG | ix |
| DANH MỤC HÌNH | xi |
| MỞ ĐẦU | 1 |
| 1. Tính cấp thiết..... | 1 |
| 2. Mục tiêu nghiên cứu..... | 3 |
| 2.1. Mục tiêu tổng quát | 3 |
| 2.1. Mục tiêu cụ thể..... | 3 |
| 3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu..... | 3 |
| 3.1. Đối tượng nghiên cứu | 3 |
| 3.2. Phạm vi nghiên cứu..... | 4 |
| 3.2.1. Phạm vi về vấn đề nghiên cứu | 4 |
| 3.2.2. Phạm vi về thời gian nghiên cứu..... | 4 |
| 4. Câu hỏi nghiên cứu chính và luận điểm bảo vệ..... | 5 |
| 4.1. Câu hỏi nghiên cứu chính | 5 |
| 4.2. Luận điểm bảo vệ của luận án..... | 5 |
| 5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài | 6 |

| | |
|--|----------|
| 5.1. Ý nghĩa khoa học | 6 |
| 5.2. Đóng góp thực tiễn..... | 6 |
| 6. Điểm mới của luận án | 7 |
| 7. Kết cấu của luận án | 8 |
| CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU | 9 |
| 1.1. Cơ sở lý luận về nuôi tôm nước lợ và tôm hữu cơ..... | 9 |
| 1.1.1. Khái niệm về tôm nuôi nước lợ | 9 |
| 1.1.2. Khái niệm về tôm hữu cơ | 9 |
| 1.2. Hiện trạng về nuôi trồng thủy sản và tôm nước lợ trên thế giới..... | 10 |
| 1.3 Hiện trạng nuôi tôm nước lợ tại Việt Nam | 11 |
| 1.4. Tác động của BĐKH đến nuôi trồng thủy sản ở ĐBSCL..... | 13 |
| 1.5. Tổng quan về mô hình tôm - lúa luân canh trong và ngoài nước | 14 |
| 1.5.1 Ngoài nước..... | 14 |
| 1.5.2 Tại Việt Nam..... | 17 |
| 1.6. Tổng quan về tình hình sản xuất tôm - lúa luân canh của tỉnh Cà Mau 20 | |
| 1.6.1 Điều kiện tự nhiên | 20 |
| 1.6.2 Hoạt động nuôi tôm nước lợ của tỉnh Cà Mau..... | 21 |
| 1.6.3 Hoạt động canh tác tôm - lúa luân canh ở tỉnh Cà Mau | 22 |
| 1.6.4 Hoạt động canh tác tôm - lúa luân canh ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau..... | 23 |
| 1.7. Đặc điểm kỹ thuật hệ thống nuôi tôm - lúa..... | 24 |

1.8. Kế hoạch phát triển tôm - lúa hữu cơ giai đoạn 2020-2025 của tỉnh Cà Mau 27

1.9. Thuận lợi và khó khăn của mô hình nuôi tôm-lúa tỉnh Cà Mau 27

CHƯƠNG 2: ĐỊA ĐIỂM, THỜI GIAN, NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU 29

2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu 29

2.1.1 Địa điểm nghiên cứu 29

2.1.2 Thời gian nghiên cứu 30

2.2. Nội dung nghiên cứu 30

2.3. Phương pháp luận nghiên cứu 31

2.4. Phương pháp nghiên cứu hiện trạng 33

2.4.1 Phương pháp xác định địa điểm nghiên cứu 33

2.4.2. Phương pháp thu thập số liệu 33

2.4.3. Phương pháp nghiên cứu các yếu tố môi trường 35

2.4.3.1 Thời gian, địa điểm và phương pháp thu mẫu 35

2.4.3.2 Phương pháp thu và phân tích mẫu 37

2.4.2.3. Phương pháp xử lý và đánh giá số liệu 40

2.4.4 Phương pháp thực nghiệm mô hình tôm - lúa theo hướng hữu cơ 41

2.4.4.1. Thời gian và địa điểm 41

2.4.4.2. Vật liệu nghiên cứu 43

2.4.4.3. Triển khai thực nghiệm 45

2.4.4.4. Các điểm chính của qui trình nuôi 46

2.4.4.5. Chỉ tiêu và phương pháp phân tích, đánh giá 51

| | |
|--|----|
| 2.4.4.6. Phương pháp xử lý số liệu..... | 52 |
| CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN..... | 53 |
| 3.1. Hiện trạng kỹ thuật và kinh tế-xã hội của mô hình nuôi tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau | 53 |
| 3.1.1. Yếu tố kỹ thuật của mô hình nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình | 53 |
| 3.1.2. Phân tích yếu tố kinh tế-xã hội của các mô hình nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau | 58 |
| 3.1.2.1 Yếu tố tài chính của mô hình nuôi tôm - lúa..... | 58 |
| 3.1.2.2 Yếu tố kinh tế-xã hội của mô hình nuôi tôm - lúa | 60 |
| 3.2. Chất lượng nguồn nước cấp ảnh hưởng đến sự phát triển mô hình tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau | 62 |
| 3.2.1. Các yếu tố thủy lý hóa..... | 62 |
| 3.2.2. Các yếu tố thủy sinh vật..... | 73 |
| 3.2.2.1. Thực vật phiêu sinh (TVPS) | 73 |
| 3.2.2.2. Động vật phiêu sinh (ĐVPS)..... | 77 |
| 3.2.2.3. Động vật đáy (ĐVD)..... | 82 |
| 3.2.3 Đánh giá chung ảnh hưởng của hiện trạng các chỉ tiêu kinh tế-xã hội, kỹ thuật, các yếu tố môi trường đến phát triển mô hình tôm - lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau | 86 |
| 3.3. Kết quả thực nghiệm và đề xuất các giải pháp phát triển mô hình tôm - lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau | 88 |
| 3.3.1 Nghiên cứu thực nghiệm..... | 88 |
| 3.3.1.1. Chất lượng nước và bùn đáy trong các mô hình thực nghiệm | 88 |

| | |
|--|------------|
| 3.3.1.2. Thành phần loài và mật độ thủy sinh vật | 101 |
| 3.3.1.3. Sản lượng và năng suất tôm sú trong mô hình thực nghiệm..... | 117 |
| 3.3.1.4. Hiệu quả kinh tế | 119 |
| 3.3.2 Đánh giá chung hiệu quả mô hình tôm-lúa khi áp dụng các cải tiến kỹ thuật theo hướng hữu cơ | 121 |
| 3.3.2.1. Thuận lợi và khó khăn từ góc nhìn của nông hộ..... | 121 |
| 3.3.2.2. Những kết quả khả quan của mô hình tôm lúa khi áp dụng các cải tiến kỹ thuật theo hướng hữu cơ..... | 125 |
| 3.3.2.3. Những yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển mô hình trong tương lai | 129 |
| 3.3.3. Đề xuất các giải pháp kỹ thuật cho qui trình nuôi tôm sú-lúa luân canh theo hướng hữu cơ thích ứng với biến đổi khí hậu..... | 130 |
| KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ..... | 139 |
| DANH MỤC CÁC BÀI BÁO KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI LUẬN ÁN..... | 142 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 145 |
| PHỤ LỤC..... | 145 |

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

| | |
|---------|---|
| BĐKH | Biến đổi khí hậu |
| BTC | Bán thâm canh |
| CBD | Công ước về Đa dạng sinh học |
| CSHT | Cơ sở hạ tầng |
| DPSIR | Động lực (Drive) - Áp lực (Pressure) - Hiện trạng (Status) - Tác động (Impact) - Đáp ứng (Response) |
| ĐBSCL | Đồng bằng sông Cửu Long |
| ĐVĐ | Động vật đáy |
| ĐVPD | Động vật phù du |
| GIZ | Tổ chức Hợp tác quốc tế Đức |
| FAO | Tổ chức Nông lương Liên Hợp quốc |
| HST | Hệ sinh thái |
| IPCC | Ủy ban Liên Chính phủ về biến đổi khí hậu |
| KTXH | Kinh tế - xã hội |
| MCRP | Chương trình thích ứng BĐKH vùng Đồng bằng sông Cửu Long |
| NBD | Nước biển dâng |
| NN&PTNT | Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn |
| NTTS | Nuôi trồng thủy sản |
| NXB | Nhà xuất bản |
| PTN | Phòng thí nghiệm |
| PTNT | Phát triển nông thôn |
| QC | Quảng canh |
| QCCT | Quảng canh cải tiến |
| QĐ | Quyết định |
| TC | Thâm canh |
| TCX | Tôm càng xanh |
| TN&MT | Tài nguyên và Môi trường |
| TVPS | Thực vật phù du |
| VIFEP | Viện Kinh tế và Quy hoạch thủy sản |
| XNM | Xâm nhập mặn |

DANH MỤC BẢNG

| | Trang |
|---|-------|
| Bảng 1.1. Hiện trạng áp dụng quy trình kỹ thuật nuôi tôm | 12 |
| Bảng 1.2. Sản lượng về các loại hình nuôi tôm tại Cà Mau | 22 |
| Bảng 1.3. Diện tích xuống giống trong mô hình tôm - lúa của huyện Thới Bình năm 2017 đến năm 2020 | 24 |
| Bảng 1.4. Các chỉ tiêu kỹ thuật chính của 2 mô hình nuôi tôm - lúa..... | 26 |
| Bảng 2.1. Kí hiệu mẫu và tọa độ các điểm thu mẫu | 36 |
| Bảng 2.2. Chỉ tiêu, phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu nước tại các điểm nước cấp cho ao nuôi tôm - lúa luân canh | 37 |
| Bảng 2.3. Kí hiệu mẫu và tọa độ của các ao tôm - lúa thực nghiệm | 42 |
| Bảng 2.4. Số lượng tôm thả ở các ao thực nghiệm | 43 |
| Bảng 2.5. Thông tin về kỹ thuật các ao nuôi tôm - lúa thực nghiệm ở xã Biên Bạch Đông, huyện Thới Bình | 50 |
| Bảng 2.6. Phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu tổng S^{2-} và bùn đáy trong các ao nghiên cứu thực nghiệm | 51 |
| Bảng 3.1. Các chỉ tiêu kỹ thuật của các mô hình nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau | 53 |
| Bảng 3.2. Khía cạnh kỹ thuật nuôi TCX kết hợp của các mô hình nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau | 57 |
| Bảng 3.3. Chi phí và cơ cấu chi phí sản xuất của các mô hình tôm - lúa | 58 |
| Bảng 3.4. Yếu tố tài chính của các mô hình tôm-lúa tại huyện Thới Bình | 59 |

| | |
|--|-----|
| Bảng 3.5. Yếu tố con người của nông hộ qua các mô hình tôm - lúa tại huyện Thới Bình tỉnh Cà Mau | 61 |
| Bảng 3.6. Sản lượng và năng suất tôm qua 2 vụ thử nghiệm 2022 và 2023 | 119 |
| Bảng 3.7. Chi phí, thu nhập và lợi nhuận của các ao thực nghiệm..... | 120 |
| Bảng 3.8. Đánh giá những thuận lợi và khó khăn theo đánh giá của các nông hộ sau quá trình thực nghiệm..... | 123 |
| Bảng 3.9. Các điều kiện môi trường nước đề xuất cho mô hình nuôi tôm sú-lúa luân canh sau khi triển khai thực nghiệm tại Thới Bình, Cà Mau | 126 |

DANH MỤC HÌNH

Trang

| | |
|---|----|
| Hình 1.1. Bản đồ nguy cơ ngập úng với kịch bản mực NBD 100 cm, khu vực đồng bằng sông Cửu Long | 13 |
| Hình 1.2. Sơ đồ mặt cắt ngang của ruộng tôm sú-lúa quảng canh truyền thống | 26 |
| Hình 1.3. Sơ đồ mặt cắt ngang của ruộng tôm sú-lúa quảng canh cảnh tiến.. | 27 |
| Hình 2.1. Địa điểm nghiên cứu của luận án (khu vực 600 ha xã Biển Bạch Đông (C), huyện Thới Bình (B), tỉnh Cà Mau (A) | 29 |
| Hình 2.2. Cơ sở khoa học của mô hình tôm-lúa luân canh theo hướng hữu cơ | 32 |
| Hình 2.3. Các điểm thu mẫu tại khu vực nghiên cứu..... | 36 |
| Hình 2.4. Lịch thời vụ của canh tác tôm - lúa luân canh trong nghiên cứu.... | 41 |
| Hình 2.5. Sơ đồ vị trí các ao thực nghiệm tại khu vực nuôi tôm - lúa xã Biển Bạch Đông, huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau | 42 |
| Hình 3.1. Mùa vụ thả tôm sú của mô hình tôm - lúa tại huyện Thới Bình.... | 54 |
| Hình 3.2. Giá mua tôm sú giống thả nuôi các mô hình tôm - lúa..... | 55 |
| Hình 3.3. Các loại bệnh xuất hiện của các mô hình nuôi tôm | 56 |
| Hình 3.4. Thu nhập từ các hoạt động sản xuất qua các năm của hộ | 61 |
| Hình 3.5. Nhiệt độ và pH ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu..... | 62 |
| Hình 3.6. Độ mặn và độ trong ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu | 64 |
| Hình 3.7. DO và độ kiềm ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu..... | 66 |
| Hình 3.8. TSS ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu..... | 66 |

| | |
|--|----|
| Hình 3.9. BOD ₅ , COD ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu | 68 |
| Hình 3.10. TAN và NO ₂ ⁻ ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu | 70 |
| Hình 3.11. NO ₃ ⁻ và TN ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu | 71 |
| Hình 3.12. PO ₄ ³⁻ và TP ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu | 72 |
| Hình 3.13. Cấu trúc thành phần loài TVPS vùng nuôi tôm sú-lúa luân canh. | 73 |
| Hình 3.14. Tổng thành phần loài TVPS vùng nuôi tôm-lúa luân canh | 74 |
| Hình 3.15. Thành phần loài TVPS vùng nuôi tôm-lúa luân canh..... | 75 |
| Hình 3.15. Biến động mật độ TVPS vùng nuôi tôm-lúa luân canh | 76 |
| Hình 3.16. Mật độ TVPS vùng nuôi tôm-lúa luân canh | 77 |
| Hình 3.17. Cấu trúc thành phần loài ĐVPS vùng nuôi tôm-lúa | 78 |
| Hình 3.18. Thành phần loài ĐVPS vùng nuôi tôm-lúa..... | 79 |
| Hình 3.19. Biến động thành phần loài ĐVPS vùng nuôi tôm-lúa luân | 80 |
| Hình 3.20. Biến động mật độ ĐVPS tại các điểm thu mẫu | 81 |
| Hình 3.21. Mật độ ĐVPS trung bình ở vùng nuôi tôm-lúa luân canh | 82 |
| Hình 3.22. Cấu trúc thành phần loài ĐVĐ vùng nuôi tôm-lúa luân canh | 83 |
| Hình 3.23. Thành phần loài động vật đáy vùng nuôi tôm-lúa luân canh..... | 84 |
| Hình 3.24. Biến động mật độ ĐVĐ tại các điểm thu mẫu | 84 |
| Hình 3.25. Biến động mật độ ĐVĐ tại các điểm thu mẫu | 85 |
| Hình 3.26. Mật độ ĐVĐ trung bình | 86 |
| Hình 3.27. Biến động nhiệt độ và pH trong mô hình thực nghiệm | 89 |
| Hình 3.28. Biến động độ mặn và độ kiềm trong mô hình thực nghiệm | 90 |
| Hình 3.29. Biến động độ trong và TSS trong mô hình thực nghiệm | 91 |

| | |
|--|-----|
| Hình 3.30. Biến động DO và BOD ₅ trong mô hình thực nghiệm..... | 92 |
| Hình 3.31. Biến động TAN và NO ₂ ⁻ trong mô hình thực nghiệm | 94 |
| Hình 3.32. Biến động NO ₃ ⁻ và TN trong mô hình thực nghiệm | 95 |
| Hình 3.33. Biến động PO ₄ ³⁻ và TP trong mô hình thực nghiệm | 96 |
| Hình 3.34. Biến động S ²⁻ và Chlorophyll-a trong mô hình thực nghiệm | 98 |
| Hình 3.35. Biến động TOM bùn trắng và bùn đáy mương trong mô hình | 99 |
| Hình 3.36. Biến động TN bùn trắng và bùn đáy mương trong mô hình..... | 100 |
| Hình 3.37. Biến động TP bùn trắng và bùn đáy mương trong mô hình | 100 |
| Hình 3.38. Cấu trúc thành phần loài TVPS trong các ao tôm – lúa..... | 101 |
| Hình 3.39. Tổng số loài thực vật phù sinh trong các ao tôm - lúa..... | 102 |
| Hình 3.40 Thành phần loài TVPS của các nhóm ao tôm - lúa | 104 |
| Hình 3.41. Mật độ TVPS của các nhóm ao tôm - lúa..... | 106 |
| Hình 3.42. Cấu trúc thành phần loài ĐVPS trong các ao tôm - lúa..... | 107 |
| Hình 3.43. Tổng số loài ĐVPS trong các ao tôm - lúa | 108 |
| Hình 3.44. Thành phần loài ĐVPS của các nhóm ao tôm - lúa | 109 |
| Hình 3.45. Mật độ ĐVPS của các nhóm ao tôm - lúa..... | 112 |
| Hình 3.46. Cấu trúc thành phần loài ĐVĐ trong các ao tôm - lúa | 112 |
| Hình 3.47. Tổng số loài ĐVĐ trong các ao tôm - lúa..... | 113 |
| Hình 3.48. Thành phần loài ĐVĐ của các nhóm ao tôm - lúa..... | 114 |
| Hình 3.49. Mật độ ĐVD của các nhóm ao tôm - lúa | 117 |
| Hình 3.50. Mặt cắt ngang của mô hình tôm - lúa | 131 |

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết

Việt Nam là một trong những quốc gia phát triển mạnh về nuôi trồng thủy sản (NTTS), trong đó nuôi tôm là ngành kinh tế chiến lược của quốc gia. Năm 2023, tổng sản lượng tôm nước lợ đạt 1.120.000 tấn trên tổng diện tích nuôi 737.000 ha cho thấy tầm quan trọng kinh tế của ngành này (Cục Thủy sản, 2023). Đặc biệt, vùng Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) chiếm 90% diện tích nuôi tôm nước lợ và 80% sản lượng tôm nuôi của cả nước (VASEP, 2022). Các mô hình nuôi tôm ở đây rất đa dạng như nuôi tôm dưới tán rừng (tôm-rừng), quảng canh cải tiến (QCCT), tôm - lúa luân canh, thâm canh (TC) và siêu thâm canh (STC). Trong đó, mô hình nuôi tôm-rừng và tôm - lúa được đánh giá là mô hình nuôi dựa vào tự nhiên, có mức độ đầu tư và yêu cầu kỹ thuật phù hợp với điều kiện thực tế của nhiều địa phương ở ĐBSCL.

Hệ thống canh tác luân canh tôm-lúa, với đặc điểm chính là nuôi tôm sú vào mùa khô (nước lợ) từ tháng 1-7, tháng 8 được rửa mặn khi mùa mưa đến và trồng lúa xen canh tôm càng xanh vào mùa mưa (nước ngọt) từ tháng 9-12, được coi là mô hình phù hợp để thích ứng với những thay đổi cực đoan của môi trường do xâm nhập mặn (XNM). Do đó, việc cải thiện mô hình nuôi tôm-lúa trong điều kiện biến đổi khí hậu (BĐKH) và XNM là nhân tố hết sức quan trọng ảnh hưởng đến năng suất, hiệu quả và giá trị của đối tượng nuôi. Đồng thời, để tôm nuôi đạt được chứng nhận hữu cơ quốc tế trong mô hình tôm - lúa cần phải có lộ trình và kế hoạch cải thiện môi trường lâu dài để đáp ứng được các nguyên tắc khắt khe của chứng nhận hữu cơ. Thêm vào đó, mô hình tôm - lúa luân canh là mô hình hở, chất lượng nước hoàn toàn phụ thuộc vào tự nhiên và không qua xử lý. Điều này đặt ra yêu cầu về cơ sở khoa học và lý luận thực tiễn để cải tiến mô hình nhằm đạt được chứng nhận hữu cơ quốc tế, góp phần nâng cao giá trị và khả năng cạnh tranh của sản phẩm trên thị trường quốc tế.

Cà Mau là một trong những tỉnh có điều kiện thổ nhưỡng, khí hậu và địa hình lý tưởng để phát triển hình thức nuôi tôm-lúa hữu cơ kết hợp. Do đó, Ủy ban Nhân dân tỉnh Cà Mau đã có chủ trương thúc đẩy sản xuất tôm-lúa theo hướng giá trị gia

tăng và đạt chứng nhận hữu cơ, điều này được thể hiện qua Kế hoạch số 31/KH-UBND ngày 03/02/2020 của UBND Cà Mau ([UBND Cà Mau, 2020](#)) là phần đầu từ 2020-2022 có ít nhất 01 mô hình tôm - lúa hữu cơ với khoảng 1,200 ha, sản lượng 720-780 tấn và giai đoạn 2022-2025 phần đầu có khoảng 2,000 ha tôm - lúa đạt chứng nhận hữu cơ với sản lượng 1.300-1.500 tấn. Theo [Diệu Lữ \(2020\)](#) thì Cà Mau đã có diện tích nuôi tôm-rừng hữu cơ và điều này cũng làm tăng thêm giá bán sản phẩm của người dân thêm 5% từ đó góp phần tăng thêm thu nhập cho người dân. Tuy nhiên, mô hình nuôi tôm-rừng hữu cơ có một số vấn đề như: Hàm lượng công nghệ áp dụng rất ít, chủ yếu là sử dụng phân vi sinh và chế phẩm sinh học để cải tiến chất lượng nước nuôi và nền đáy diện tích mặt nước nuôi tôm trong rừng; Chưa có các cải tiến về công nghệ sản xuất “thức ăn hữu cơ” cho nuôi tôm – rừng để đảm bảo tiêu chí tôm hữu cơ. Do đó, việc phát triển mô hình tôm-lúa theo hướng chứng nhận hữu cơ là việc cấp thiết vừa góp phần nâng cao thu nhập của người dân vừa tăng khả năng thích ứng với BĐKH và XNM trong giai đoạn hiện nay.

Tuy nhiên, chưa có vùng nuôi tôm-lúa nào ở Việt Nam đạt được chứng nhận hữu cơ quốc tế do một số khó khăn như nguồn giống tôm hữu cơ, nguồn thức ăn vừa đảm bảo cung cấp đủ dinh dưỡng vừa đảm bảo tính toàn vẹn hữu cơ, nhận thức của người dân về tiêu chuẩn hữu cơ, mô hình mở, và kiểm soát môi trường nuôi. Vì vậy, để phát triển mô hình này tại tỉnh Cà Mau, trước hết cần đánh giá được thực trạng và khó khăn của nông hộ trong vùng định hướng phát triển tôm - lúa; tiếp theo là đánh giá chất lượng nước bao gồm các yếu tố thủy lý hóa và thủy sinh vật trong môi trường nước cấp khu vực nuôi tôm - lúa trọng điểm của địa phương. Đồng thời, cần tiến hành nghiên cứu thực nghiệm qui trình cải tiến kỹ thuật nuôi tôm-lúa theo hướng hữu cơ. Các kết quả này sẽ tạo cơ sở khoa học để đề xuất giải pháp phục vụ công tác huy hoạch và cải tiến kỹ thuật, chất lượng và năng suất tôm - lúa luân canh, từ đó hướng tới phát triển mô hình nuôi tôm - lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau. Do đó đề tài “Nghiên cứu phát triển hệ thống nuôi tôm - lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau” được nghiên cứu thực hiện trong khuôn khổ luận án tiến sĩ này.

2. Mục tiêu nghiên cứu

2.1. Mục tiêu tổng quát

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá ảnh hưởng của các yếu tố kinh tế - xã hội, môi trường và kỹ thuật đến việc chuyển đổi mô hình tôm - lúa luân canh theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.

2.1. Mục tiêu cụ thể

- Đánh giá được hiện trạng kinh tế-xã hội và kỹ thuật của mô hình nuôi tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau;
- Phân tích được các yếu tố môi trường đất và nước làm cơ sở xây dựng mô hình nuôi tôm - lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau;
- Thông qua triển khai thực nghiệm qui trình, đề xuất được các giải pháp về môi trường và kỹ thuật góp phần phát triển mô hình tôm - lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

3.1. Đối tượng nghiên cứu

Mô hình tôm - lúa luân canh là mô hình rất đặc biệt với nhiều đối tượng khác nhau như là tôm sú, cua biển, tôm càng xanh, cá, lúa... được nuôi trong một hệ thống nuôi. Trong đó, vào mùa khô (tháng 01-tháng 7), do quá trình xâm nhập mặn diễn ra với cường độ mạnh hơn, tôm sú được nuôi đơn hoặc kết hợp với cua trong môi trường nước lợ. Trong khi đó, vào mùa mưa (tháng 8-tháng 12) độ mặn giảm dần đến nước ngọt nên phù hợp cho canh tác lúa và có thể kết hợp nuôi xen canh với tôm càng xanh. Do đó, các đối tượng nghiên cứu của đề tài là (1) hoạt động nuôi tôm-lúa luân canh (gồm đối tượng nuôi là tôm, trồng là lúa; nông hộ canh tác tôm-lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau; và (2) các chính sách liên quan của tỉnh Cà Mau và Chính phủ nhằm thúc đẩy mô hình tôm-lúa hữu cơ cũng là đối tượng nghiên cứu của luận án.

3.2. Phạm vi nghiên cứu

3.2.1. Phạm vi về vấn đề nghiên cứu

Hiệu quả của mô hình cần được đánh giá một cách tổng thể trên nhiều đối tượng được thả nuôi như tôm sú, cua biển, tôm cang xanh và lúa và cả đối tượng thủy sản tự nhiên trong mô hình như là cá tạp, tôm tự nhiên... Tuy nhiên, với những giới hạn về thời gian và kinh phí nên luận án chỉ tập trung nghiên cứu để cải thiện năng suất của tôm sú trong mô hình. Trong đó, các nội dung chính của mô hình được tập trung nghiên cứu như sau:

- Hiện trạng kỹ thuật, kinh tế-xã hội của mô hình tôm - lúa luân canh ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.
- Tác động của các yếu tố môi trường đến phát triển mô hình tôm - lúa luân canh ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.
- Thực nghiệm cải tiến kỹ thuật nuôi tôm - lúa để làm cơ sở khoa học xây dựng Quy trình cải tiến kỹ thuật nuôi tôm-lúa luân canh theo hướng hữu cơ ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.
- Đề xuất các nhóm giải pháp và giải pháp cụ thể nhằm cải tiến mô hình tôm - lúa luân canh đáp ứng các tiêu chí về môi trường hướng tới chứng nhận hữu cơ cho tôm trong mô hình tôm-lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.

3.2.2. Phạm vi về thời gian nghiên cứu

Việc thu thập số liệu thứ cấp để đánh giá các yếu tố môi trường đất và nước của mô hình tôm - lúa và làm cơ sở xây dựng Quy trình cải tiến kỹ thuật tôm - lúa luân canh được thu thập trong vòng 5 năm từ 2017 đến 2021. Sau đó, tiến hành thu thập các số liệu sơ cấp, đánh giá hiện trạng môi trường, xây dựng qui trình, triển khai thực nghiệm mô hình tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau từ năm 2022-2023.

3.2.3. Phạm vi về không gian nghiên cứu

Nghiên cứu sẽ tập trung triển khai cụ thể tại vùng nuôi tôm-lúa trên diện tích 460 ha thuộc khu vực canh tác của hai Hợp tác xã (HTX) Dân Phát và Hòa Phát, xã

Biển Bạch Đông, huyện Thới Bình, đây là vùng lõi của quy hoạch phát triển tôm-lúa của xã với tổng diện tích nuôi tôm-lúa khoảng 3,000 ha. Vị trí của hai HTX phù hợp với điều kiện nghiên cứu về thay đổi môi trường và xâm nhập mặn theo mùa.

4. Câu hỏi nghiên cứu chính và luận điểm bảo vệ

4.1. Câu hỏi nghiên cứu chính

Nghiên cứu được thực hiện nhằm trả lời các câu hỏi chính sau:

- (1) Thực trạng về kinh tế-xã hội, môi trường và kỹ thuật sản xuất của nông hộ sản xuất tôm - lúa ở khu vực nghiên cứu như thế nào?
- (2) Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu, xâm nhập mặn, đặc biệt là các yếu tố môi trường đến hoạt động nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau như thế nào?
- (3) Các cải tiến kỹ thuật nào có thể được thử nghiệm để nâng cao hiệu quả và tính bền vững của mô hình tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau?
- (4) Để nâng cao hiệu quả sản xuất, tính bền vững, định hướng phát triển nuôi tôm-lúa theo hướng hữu cơ, những giải pháp nào cần được ưu tiên?

4.2. Luận điểm bảo vệ của luận án

- Hiện trạng kỹ thuật áp dụng, các vấn đề về môi trường là yếu tố quan trọng trong việc phát triển, cải tiến mô hình nhằm thích ứng với điều kiện BĐKH, phát triển mô hình tôm-lúa theo hướng hữu cơ.
- Chất lượng nguồn nước cấp là điều kiện cần thiết để phục vụ, đáp ứng yêu cầu phát triển của mô hình cải tiến.
- Sự biến động các yếu tố thủy lý hóa và thủy sinh vật như thành phần loài, mật độ thực phiêu sinh, động phiêu sinh và động vật đáy do sự thay đổi nhiệt độ và xâm nhập mặn có thể ảnh hưởng đến mô hình tôm - lúa luân canh ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau;
- Các ảnh hưởng này có thể được giảm nhẹ thông qua việc áp dụng hiệu quả các giải pháp cải tiến kỹ thuật cho mô hình tôm - lúa; góp phần nâng cao năng suất và thu nhập của các hộ nuôi tôm - lúa luân canh trong điều kiện hiện nay ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

5.1. Ý nghĩa khoa học

Trong thời gian qua, một số nghiên cứu trong nước và quốc tế liên quan đến mô hình tôm - lúa đã được thực hiện từ giai đoạn năm 2011-2020. Tuy nhiên, các nghiên cứu chủ yếu tập trung vào các khía cạnh kỹ thuật và tài chính của mô hình. Một số nghiên cứu về chất lượng nước, ảnh hưởng của BĐKH và nước biển dâng (NBD) đến vùng ven biển và sản xuất nông nghiệp, trong đó có cả tôm - lúa thông qua thu thập các số liệu sơ cấp từ phỏng vấn nông hộ. Tuy nhiên, chưa có nghiên cứu tập trung đánh giá chất lượng môi trường trong mô hình tôm- lúa để làm cơ sở phát triển mô hình này theo hướng hữu cơ, thích ứng với BĐKH. Đặc biệt các nghiên cứu đánh giá về biến động nguồn thức ăn tự nhiên trong mô hình hiện nay rất ít. Vì vậy, kết quả nghiên cứu sẽ cung cấp các dữ liệu khoa học về môi trường và kỹ thuật của mô hình làm cơ sở cho việc xây dựng, hoàn thiện qui trình nuôi tôm sú theo hướng hữu cơ trong mô hình tôm - lúa, góp phần nâng cao năng suất, hiệu quả kinh tế của mô hình trong điều kiện tác động rất lớn của BĐKH và xâm nhập mặn. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu cũng cung cấp thông tin khoa học cho công tác quản lý và phát triển mô hình tôm-lúa của địa phương và làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo về mô hình tôm - lúa ở ĐBSCL.

5.2. Đóng góp thực tiễn

Kết quả nghiên cứu của luận án sẽ bổ sung thêm cơ sở lý luận và thực tiễn trong việc hoạch định các định hướng chiến lược và quy hoạch phát triển mô hình tôm - lúa bền vững của huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau. Thông qua các giải pháp cải tiến kỹ thuật dựa trên kết quả đánh giá các yếu tố ảnh hưởng, luận án sẽ cung cấp cơ sở khoa học để đề xuất giải pháp việc quản lý và phát triển mô hình tôm - lúa hàng năm và dài hạn của địa phương. Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu cũng sẽ góp phần nâng cao chất lượng và tính khả thi của các quy hoạch phát triển tôm - lúa cấp tỉnh đã được quy hoạch phát triển trong thời gian tới, làm cơ sở xây dựng các chính sách phát triển bền vững và thực hiện các dự án ưu tiên đầu tư cho phát triển NTTS tại các vùng nhiễm mặn ven biển tại các địa phương.

Đối với thực tiễn sản xuất, kết quả nghiên cứu rất có ý nghĩa khi được áp dụng ở qui mô nông hộ, trang trại. Nghiên cứu này là cơ sở thực tiễn cho quá trình đề xuất phát triển qui trình nuôi tôm - lúa theo hướng hữu cơ, góp phần cải thiện năng suất, tăng hiệu quả kinh tế đối với mô hình. Thêm vào đó, sản phẩm tạo ra của mô hình là theo hướng hữu cơ, tôm hoàn toàn ăn thức ăn tự nhiên, không sử dụng hóa chất, đáp ứng cho nhu cầu xuất khẩu.

6. Điểm mới của luận án

Những điểm mới của luận án gồm:

- Luận án đã đánh giá được hiện trạng kỹ thuật và kinh tế-xã hội trong sản xuất tôm-lúa tại huyện Thới Bình tỉnh Cà Mau thông qua khảo sát thực tế 152 hộ và tổng hợp tài liệu từ năm 2017-2021 cho thấy mô hình tôm-lúa phổ biến có thả bổ sung cua vào vụ tôm sú và tôm càng xanh vào vụ lúa, trong đó mật độ thả 2,5 con/m² với số lần thả ít hơn 4 lần cho thu nhập cao.

- Luận án đã đánh giá được sự ảnh hưởng của các yếu tố thủy lý hóa, thủy sinh vật đến sự phát triển mô hình tôm-lúa qua 2 vụ tôm và 01 vụ lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau. Luận án đã định danh được 150 loài thực vật phiêu sinh, 84 loài động vật phiêu sinh và 34 loài động vật đáy trong khu vực nguồn nước cấp.

- Luận án đã đánh giá được các chỉ tiêu chất lượng nước, hàm lượng động vật đáy, động vật nổi, thay đổi nhiệt độ, độ mặn và xâm nhập mặn ảnh hưởng đến hiệu quả của mô hình tôm-lúa luân canh ở huyện Thới Bình. Trên cơ sở đánh giá đó, áp dụng vào thực nghiệm mô hình tôm-lúa theo hướng hữu cơ bền vững cho thấy khi quản lý tốt các yếu tố thủy lý hóa tự nhiên (pH; TSS; DO, độ mặn...) kết hợp với bổ sung vi sinh vật hữu ích lên men với cám gạo được sử dụng định kỳ, và cho ăn bổ sung thức ăn có nguồn gốc hữu cơ như lúa mầm, cá tạp có sẵn trong ao được nấu chín và khi nâng mật độ nuôi lên 3 con/m², thả 2 đợt/năm cho năng suất tôm sú đạt từ 125-391,1 kg/ha/năm, cao hơn so với đối chứng (nuôi theo phương pháp truyền thống của nông hộ) từ 64,3-174,7 kg/ha/năm.

Kết quả nghiên cứu của luận án đã đề xuất được Quy trình nuôi tôm sú-lúa luân canh theo hướng hữu cơ thích ứng với biến đổi khí hậu. Quy trình dễ áp dụng và phù hợp với trình độ của nông hộ. Do đó Quy trình hoàn toàn có thể áp dụng trên qui mô lớn theo định hướng phát triển vùng tôm-lúa luân canh theo hướng hữu cơ của huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau nói riêng và vùng ĐBSCL nói chung.

7. Kết cấu của luận án

Luận án bao gồm các phần chính như sau:

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan vấn đề nghiên cứu

Chương 2: Địa điểm, thời gian, nội dung, phương pháp luận và phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Kết luận và khuyến nghị

Danh mục các công trình khoa học của tác giả có liên quan đến luận án

Tài liệu tham khảo

Phụ lục

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

1.1. Cơ sở lý luận về nuôi tôm nước lợ và tôm hữu cơ

1.1.1. Khái niệm về tôm nuôi nước lợ

Tôm nuôi nước lợ là tôm được nuôi trong môi trường nước có độ mặn thấp hơn nước biển nhưng cao hơn nước ngọt, thường là trong các vùng cửa sông, đầm phá hoặc các ao hồ ven biển. Loại tôm này có thể thích nghi và phát triển tốt trong điều kiện nước lợ, nơi độ mặn thường dao động từ 0.5‰ đến 30‰ (FAO, 2009).

Có hai loại tôm nuôi nước lợ phổ biến nhất là tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei*) và tôm sú (*Penaeus monodon*). Tôm thẻ chân trắng phát triển tốt trong môi trường có độ mặn từ 5‰ đến 35‰, với mức độ tối ưu từ 10‰ đến 25‰ (FAO, 2006).

1.1.2. Khái niệm về tôm hữu cơ

Tổ chức Nông nghiệp Hữu cơ Quốc tế (IFOAM) đưa ra khái niệm nông nghiệp hữu cơ như sau: “Nông nghiệp hữu cơ là một hệ thống sản xuất nhằm duy trì sức khỏe của đất, hệ sinh thái và con người. Nông nghiệp hữu cơ dựa vào các quá trình sinh thái, đa dạng sinh học và các chu kỳ thích ứng với điều kiện địa phương, hơn là việc sử dụng đầu vào có tác động tiêu cực. Nông nghiệp hữu cơ có thể kết hợp truyền thống, đổi mới sáng tạo và khoa học để mang lại lợi ích cho môi trường chung và thúc đẩy các mối quan hệ công bằng và chất lượng cuộc sống tốt cho tất cả những người liên quan” (IFOAM, 2008)

Theo John Paull (2010) thuật ngữ “nông nghiệp hữu cơ” xuất hiện lần đầu tiên trong cuốn sách *Look to the Land* của Lord Northbourne năm 1940. Trong đó ông đã nêu rõ một cuộc thi mà ông mô tả là: “nông nghiệp hữu cơ và canh tác hóa học”. Thuật ngữ 'hữu cơ' như một phương thức nông nghiệp khác biệt đã nhanh chóng xuất hiện sau đó ở Mỹ, Úc và một số nơi khác (John Paull, 2010).

Nuôi trồng thủy sản hữu cơ liên quan đến nhiều loài sinh vật biển, bao gồm cá, tôm, rong biển và loài hai mảnh vỏ. Khi nhu cầu chất lượng thủy sản nuôi tăng

lên thì ngành nuôi thủy sản hữu cơ sẽ được mở rộng, vì đây là một trong những loại hình sản xuất có thể áp dụng để hướng đến bền vững.

Các loại chứng nhận hữu cơ quốc tế được xây dựng và đã áp dụng cho tôm nuôi tại Việt Nam như: EU Organics, Naturland, Canada Organics, Bio Suisse, Selva Shrimp, JAS. Trong đó, nhiều vùng nuôi tôm-rừng tại tỉnh Cà Mau đã đã được cấp chứng nhận trên.

Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 11041-8:2018 Nông nghiệp hữu cơ – Phần 8: Tôm hữu cơ) thì tôm hữu cơ (organic shrimp) là tôm thu được từ hệ thống sản xuất theo phương pháp hữu cơ.

Nuôi tôm hữu cơ tuân thủ các nguyên tắc chung theo Điều 4 của TCVN 11041-1:2017 và các nguyên tắc cụ thể như sau: a) hạn chế sử dụng các nguồn tài nguyên không tái tạo và các vật tư, nguyên liệu đầu vào không có nguồn gốc từ tự nhiên; b) Sử dụng giống tôm có khả năng kháng bệnh; c) duy trì môi trường nước lành mạnh và bảo tồn các hệ sinh thái thủy sinh, hệ sinh thái trên cạn xung quanh; d) sử dụng thức ăn cho tôm từ nguyên liệu thủy sản được khai thác bền vững, thức ăn hỗn hợp chế biến từ các thành phần nguyên liệu hữu cơ và các thành phần có nguồn gốc tự nhiên; e) tránh gây hại đối với các loài cần bảo tồn trong quá trình nuôi tôm hữu cơ.

1.2. Hiện trạng về nuôi trồng thủy sản và tôm nước lợ trên thế giới

Năm 2018, sản lượng NTTS chiếm 46% tổng sản lượng, với 52% giá trị sử dụng làm thực phẩm cho con người (FAO, 2018), và đạt 62% đến năm 2030 (Kibenge, 2016). Sự gia tăng về sản lượng NTTS là cần thiết trong thời kỳ hiện nay do sự gia tăng dân số toàn cầu và suy giảm về sản lượng khai thác tự nhiên (Rahman *et al.*, 2020). Theo FAO (2022) tổng sản lượng khai thác và NTTS trên thế giới trong năm 2020 đạt 214 triệu tấn, trong đó gồm 178 triệu tấn động vật thủy sản và 36 triệu tấn tảo, tăng khoảng 3% so với báo cáo trong năm 2018 (213 triệu tấn). Tốc độ tăng trưởng của ngành chậm lại là do sự suy giảm sản lượng đánh bắt các loài cá nổi (khoảng 4,4%), cùng với tác động của đại dịch COVID-19 trong năm 2020. Tuy nhiên, sự suy

giảm sản lượng khai thác được bù đắp bởi sự tăng trưởng liên tục của NTTS, mặc dù tốc độ tăng trưởng hàng năm chậm trong 2 năm trở lại đây.

1.3 Hiện trạng nuôi tôm nước lợ tại Việt Nam

Tổng sản lượng thủy sản Việt Nam có xu hướng tăng gấp 6 lần từ năm 1995 (1,3 triệu tấn) đến năm 2020 (8,4 triệu tấn), tốc độ tăng trưởng trung bình hàng năm đạt 8% ([Tổng cục Thủy sản, 2022](#)). Nuôi tôm nước lợ là một trong những ngành chủ lực của NTTS Việt Nam nói chung và ĐBSCL nói riêng. Các mô hình nuôi tôm nước lợ ở ĐBSCL thay đổi theo mức độ sản xuất: thâm canh (TC), bán thâm canh (BTC), quảng canh (QC), quảng canh cải tiến (QCCT), và thay đổi theo hệ thống canh tác: ao đất, ao lót bạt, rừng ngập mặn và ruộng lúa. Theo [VIFEP \(2015\)](#) diện tích nuôi tôm TC chiếm 5,6% tổng diện tích ĐBSCL, BTC và QCCT chiếm 35,9%, các mô hình nuôi QC sinh thái chiếm 30,5%, và mô hình tôm - lúa chiếm 28%.

Ở ĐBSCL, hai đối tượng tôm chủ lực là tôm sú và tôm thẻ chân trắng. Nghề nuôi tôm có đặc điểm đa số người sản xuất ở quy mô nhỏ. Đối với tôm sú, hình thức nuôi chủ yếu là QC hoặc QCCT, trong khi, tôm thẻ chân trắng có sự tham gia thêm của các Doanh nghiệp, đồng thời, quy mô nuôi bao gồm cả nhỏ, vừa và lớn được đầu tư bài bản hơn và hình thức nuôi là TC và siêu thâm canh. Về hình thức nuôi, nuôi tôm QC/QCCT chiếm 39,98% (chủ yếu ở Cà Mau, Kiên Giang, Bạc Liêu và một phần Sóc Trăng); BTC/TC chiếm 21,84%; chuyên tôm chiếm 19,7%; tôm - lúa chiếm 20,05% và tôm rừng chiếm 3,43% (chủ yếu ở Cà Mau và Bạc Liêu) ([Cao Lệ Quyên và cs, 2018](#)).

Theo Báo cáo đánh giá về công nghệ nuôi tôm của Tổ chức Hợp tác quốc tế Đức - GIZ (2020), về mặt quy mô, các cơ sở nuôi tôm có thể chia thành hai nhóm: (i) nhóm hộ gia đình hoặc hợp tác xã; (ii) nhóm các doanh nghiệp. Điểm giống nhau cơ bản của hai nhóm là đều có sự chủ động tìm hiểu và ứng dụng các công nghệ, biện pháp kỹ thuật nuôi tôm. Tuy nhiên, giữa hai nhóm có khá nhiều sự khác biệt trong áp dụng, cải tiến công nghệ nuôi tôm. Những nét khác biệt cơ bản bao gồm:

Bảng 1.1. Hiện trạng áp dụng quy trình kỹ thuật nuôi tôm

| TT | Đặc điểm | Nhóm hộ gia đình hoặc hợp tác xã | Nhóm các doanh nghiệp |
|----|-------------------------------------|---|--|
| 1 | Cơ sở hạ tầng | Được thiết kế trên cơ sở tham khảo các mô hình hiện có trong khu vực, tùy thuộc với khả năng đầu tư của hộ dân nên thường có điều chỉnh theo hướng “vừa sức” với nguồn tài chính của hộ nuôi | Được đầu tư có hệ thống, có quy mô lớn. Thường có hồ sơ thiết kế, có cán bộ kỹ thuật giám sát trong quá trình thi công để đảm bảo theo thiết kế. |
| 2 | Trang thiết bị công nghệ | Chủ yếu sử dụng các thiết bị đơn giản (bộ test kit hoặc thiết bị cầm tay) kiểm tra các yếu tố môi trường cơ bản như độ muối, pH, độ kiềm,... Một số hộ dân đã có những cải tiến về trang thiết bị trong ao nuôi tôm | Được trang bị đầy đủ hơn hệ thống kiểm tra môi trường và có cán bộ phụ trách theo dõi môi trường thường xuyên (trung bình khoảng 1 công nhân sẽ phụ trách 2 ao nuôi diện tích trung bình khoảng 2000m ² /ao). |
| 3 | Năng lực áp dụng quy trình kỹ thuật | Hạn chế về nguồn lực (tài chính, nhân lực,...) nên hầu hết mỗi cơ sở nuôi thường chỉ áp dụng quy trình đơn giản | Có thể áp dụng đến hai hoặc ba quy trình, công nghệ nuôi |

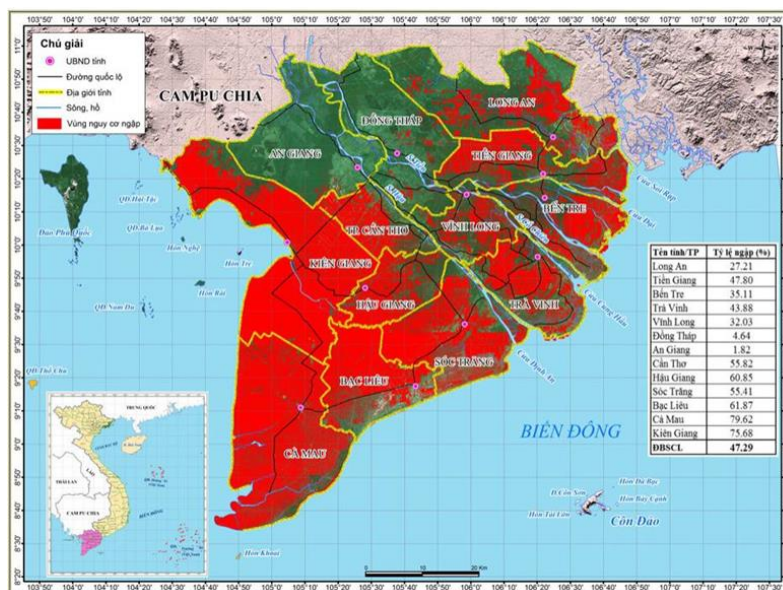
(Nguồn: *GIZ, 2020*)

Về hiệu quả sản xuất, [Trần Ngọc Tùng \(2019\)](#) cho rằng năng suất tôm nuôi nước lợ đạt trung bình 2.287,37 kg/ha. Doanh thu đạt 328,42 triệu đồng/vụ/ha, chi phí sản xuất 215,39 triệu đồng/vụ/ha. Lợi nhuận đạt 113,02 triệu đồng/vụ/ha. Bên cạnh đó, giá thành sản xuất tương đối cao. Nông hộ không chủ động được thời gian thu hoạch do thiếu liên kết sản xuất, bán sản phẩm qua cấp trung gian, thông tin giá cả thị trường đầu vào và đầu ra nông hộ chưa nắm bắt được kịp thời. Trong khi đó, nghiên cứu của [Nguyễn Thùy Trang và cs. \(2018\)](#) cho thấy, lợi nhuận trung bình của nông hộ nuôi tôm thể là 452 triệu đồng/ha/vụ. Tuy nhiên, có sự dao động lớn về lợi nhuận giữa các nông hộ, điều này một phần phản ánh mức độ rủi ro trong quá trình sản xuất. Nghiên cứu cũng cho thấy các nông hộ đã từng thua lỗ ít nhất một lần chiếm đến 91% và

nguyên nhân chính chủ yếu là dịch bệnh, chất lượng giống, thời tiết thay đổi và biến động thị trường. Sự phát triển nhanh trong thời gian qua cũng cho thấy một số tồn tại và hạn chế đối với ngành NTTS nói chung và ngành tôm nước lợ nói riêng.

1.4. Tác động của BĐKH đến nuôi trồng thủy sản ở ĐBSCL

Ủy ban Liên chính phủ về BĐKH đã từng cảnh báo vùng ĐBSCL là một trong ba vùng đồng bằng ven biển sẽ bị tác động nghiêm trọng nhất do BĐKH và nước biển dâng so với các nơi khác trên thế giới (Hình 1.5). Theo phỏng đoán từ kịch bản trung bình đến cao, từ nay đến cuối thế kỷ XXI, nếu không có những chuyển biến tích cực kiểm soát khả năng nóng lên toàn cầu, có thể sẽ có ít nhất 25% diện tích các vùng đất thấp ven biển ĐBSCL có nguy cơ bị chìm do NBD và lún sụt đồng bằng, khoảng 50-75% diện tích canh tác hiện nay sẽ bị nhiễm mặn vào mùa khô và khoảng 30-40% diện tích nông nghiệp bị ảnh hưởng của nước mặn ngay cả trong mùa mưa, khó có thể trồng lúa và một số canh tác khác như chăn nuôi (Lê Anh Tuấn, 2019).



Hình 1.1. Hình ảnh Bản đồ nguy cơ ngập ứng với kịch bản mực NBD 100 cm, khu vực đồng bằng sông Cửu Long

(Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2021)

Nuôi trồng thủy sản là một trong những ngành chịu tổn thất nặng nề trong thời kỳ BĐKH. Hoạt động nuôi nước ngọt hay nuôi biển chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố

như hoạt động của con người, thay đổi về dòng chảy, hiện tượng tẩy trắng san hô và acid hóa đại dương (Laghari *et al.*, 2022). Mặt khác, NTTS nội địa cũng đối mặt với rủi ro lớn không chỉ ảnh hưởng đến sinh kế của các hộ dân nghèo trên thế giới mà còn là nguồn cung cấp lương thực (Smith *et al.*, 2010).

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, trong các hoạt động NTTS ven biển thì nuôi tôm nước lợ chịu nhiều bất lợi do BĐKH gây ra. Một số nghiên cứu đã cho thấy, BĐKH có thể tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến NTTS thông qua nguồn nước, diện tích nuôi, môi trường nuôi, con giống, dịch bệnh... và qua đó gây ảnh hưởng đến năng suất, sản lượng và cơ sở hạ tầng của các vùng NTTS nói chung và NTTS ven biển nói riêng. Các hiện tượng thời tiết bất thường như bão lũ, hạn hán, nắng nóng hoặc giá rét kéo dài có thể tác động tiêu cực đến nguồn nước và sức đề kháng của các đối tượng nuôi, gây bùng phát dịch bệnh. Nghiên cứu của Nguyễn Xuân Trinh (2018) cho thấy dưới tác động của BĐKH và NBD, các vùng sinh thái sản xuất nông nghiệp và NTTS vùng ĐBSCL có sự biến động do sự tăng lên của diện tích đất canh tác bị xâm nhập mặn. Theo kịch bản BĐKH đến 2030 và 2050, diện tích đất canh tác nông nghiệp tiềm năng (hiện canh tác 01 vụ lúa) có thể chuyển sang phương thức canh tác 01 vụ lúa xen/luân canh với NTTS tương ứng tăng lên 421.651 ha vào năm 2030 và 458.310 ha vào năm 2050 (bao gồm cả mô hình lúa 1 vụ + nuôi thủy sản nước ngọt và lúa 1 vụ + nuôi thủy sản nước lợ). Điều này cho thấy tiềm năng đối với phát triển mô hình canh tác tôm - lúa luân canh vùng ĐBSCL trong tương lai.

1.5. Tổng quan về mô hình tôm - lúa luân canh trong và ngoài nước

1.5.1 Ngoài nước

Trong nhiều năm qua, bên cạnh việc thâm canh hóa nghề nuôi thủy sản, một số mô hình nuôi vẫn đang được xem là ít tác động đến môi trường và có tính bền vững như là nuôi tôm dưới tán rừng (Fitzgerald, 2002); nuôi kết hợp với các loài cây chịu mặn, rong biển (Bunting & Shpigel, 2009), kết hợp nhiều loài như cá, tôm, cua; nuôi kết hợp hoặc luân canh với lúa (Azad *et al.*, 2009; Faruque *et al.*, 2017). Trong đó,

mô hình nuôi tôm luân canh với lúa đã và đang được áp dụng rộng tại những khi vực có sự biến động về độ mặn của nước theo mùa tại nhiều quốc gia ở Châu Á.

Tại Bangladesh, các mô hình tôm-lúa ở qui mô nông hộ nhỏ cũng phát triển mạnh ở miền Tây Nam. Theo [Rahman et al. \(2006\)](#), nông dân ở một số vùng có độ mặn vừa phải canh tác luân canh và kết hợp, nuôi tôm vào mùa khô trong ao, sau đó là canh tác lúa xen canh với cá, tôm nước ngọt trong mùa mưa. Tôm sú và tôm càng xanh góp phần lớn vào nền kinh tế quốc gia của Bangladesh, do nhu cầu cao của thị trường quốc tế. Khoảng 3% tổng sản lượng được tiêu thụ nội địa và phần sản phẩm còn lại được xuất khẩu ([BFFEA, 2013](#)). [Chowdhury et al. \(2010\)](#) đã đánh giá hiệu quả kinh tế của 180 hộ nuôi tôm ở vùng Duyên hải tây nam của Bangladesh cho thấy, các mô hình tôm - lúa có diện tích dao động 0,5 - 5 ha và mùa vụ canh tác là tháng 02 đến tháng 11, tôm sú được thả bổ sung với mật độ từ 0,8-1,5 con/m². Sau 8-12 tháng nuôi, tôm đạt kích cỡ thu hoạch khoảng 30-50 g/con và năng suất trung bình 20-250 kg/ha/năm. Nhìn chung, sản lượng tôm sú thu được từ mô hình tôm- lúa đạt trung bình 138 kg/ha/năm, thấp hơn so với các mô hình đơn canh tôm (155 kg/ha/năm). Tôm sú đóng góp 47% tổng sản lượng NTTS của quốc gia. Tương tự, nghiên cứu của [Alam \(2002\)](#) ở vùng ven biển phía Tây Nam của Bangladesh cho thấy, năng suất tôm sú trung bình của mô hình tôm - lúa là 109 kg/ha/năm và đơn canh tôm là 153 kg/ha/năm. Tác giả cũng nhận định rằng mặc dù năng suất thu được của mô hình tôm - lúa thấp hơn nhưng mô hình này mang lại hiệu quả kinh tế cao và bền vững hơn mô hình đơn canh tôm.

Tại Ấn Độ, mô hình tôm - lúa cũng được áp dụng tại bang Bengal. Do điều kiện tôm giống có thể thu ngoài tự nhiên, thường nuôi 1 vụ tôm sú vào mùa khô khi nước bị nhiễm mặn, sau đó cải tạo đất và canh tác lúa kết hợp với TCX (tháng 1 - tháng 7), và nuôi TCX đơn từ tháng 7 đến tháng 12. Các mô hình nuôi đơn canh tôm thường thả giống với mật độ 8.000-25.000 con/ha/năm, trong khi ở các mô hình tôm - lúa là 8.000-15.000 con/ha/năm. So với năng suất ở hình thức nuôi kết hợp tôm - lúa (171 kg/ha/năm) thì mô hình đơn canh đạt năng suất cao hơn (295 kg/ha/năm). [Theo Bunting et al. \(2017\)](#) ở các mô hình tôm - lúa tiến hành thả bổ sung 7.000 con/ha với tần suất 15 ngày/lần có thể tiến hành thu hoạch sau 2 tháng nuôi và lợi nhuận thu từ tôm chiếm

khoảng 65-70% thu nhập của các nông hộ. Trong báo cáo của [Nair et al. \(2014\)](#) về khảo sát 8 mô hình tôm - lúa ở khu vực Kuttanad thuộc bang Kerala với lịch cấy lúa từ tháng 11 - tháng 02 và vụ TCX (2-3 con/m²) luân canh với lúa từ tháng 3- tháng 9, kết quả cho thấy năng suất lúa ở các mô hình ứng dụng qui trình hữu cơ (4,4 tấn/ha) giảm 23% so với các mô hình truyền thống (5,7 tấn/ha). Tuy nhiên, TCX ở các mô hình hữu cơ (396 kg/ha) đạt năng suất cao hơn 10% so với các mô hình truyền thống (360 kg/ha). Do đó, mô hình tôm - lúa hữu cơ giúp tăng lợi nhuận (20%) so với các mô hình canh tác lúa hoặc tôm truyền thống.

Mô hình canh tác kết hợp lúa với NTTS ở các quốc gia mang lại nhiều lợi ích về mặt kinh tế cho các nông hộ và đang ngày càng được mở rộng do tính thích ứng cao và tính bền vững của mô hình trong thời kỳ biến đổi khí hậu đang diễn ra. Bên cạnh việc cải thiện thu nhập thì các mô hình canh tác kết hợp còn thể hiện tính hiệu quả trong việc xử lý môi trường như làm giảm lượng nitơ, phospho, carbon trong mô hình nuôi so với chỉ nuôi đơn tôm càng xanh. Nghiên cứu gần đây của [Li et al. \(2019\)](#) báo cáo tỉ lệ khí N₂O và NH₃ hình thành từ thức ăn sử dụng trong các mô hình nuôi đơn canh cá da trơn lần lượt là 0,18% và 0,89%; đối với mô hình đơn canh tôm tương ứng là 2,46% và 13,45%. Các mô hình canh tác tôm/cá với lúa không chỉ giảm hàm lượng khí N₂O và NH₃ hình thành ở trên diện tích đất trồng lúa, mà còn giảm hàm lượng các khí thải ở ruộng nuôi cá/tôm. So với các mô hình đơn canh thì ở các mô hình canh tác kết hợp thì hàm lượng khí thải N₂O và NH₃ trong ao cá da trơn-lúa tương ứng giảm 85,6% và 26,0%, trong ao tôm - lúa giảm lần lượt là 108,3% và 22,6%. Qua đó, tác giả nhận định rằng việc trồng lúa kết hợp với nuôi cá/tôm làm giảm đáng kể lượng nitơ dư thừa trong nước và trong bùn đáy ruộng bao so với nuôi đơn, và mô hình canh tác kết hợp này được coi là giải pháp hiệu quả giúp giảm lượng khí thải nitơ từ các hoạt động NTTS theo hình thức thâm canh.

Nuôi trồng thủy sản hữu cơ bắt nguồn từ phong trào nông nghiệp hữu cơ. Tuy nhiên, NTTS hữu cơ đã có từ xa xưa, đặc biệt là ở châu Á và cụ thể là ở Trung Quốc ([Paul & Vogl, 2012](#)). Theo Niên giám thống kê Nông nghiệp hữu cơ toàn cầu, được phát hành tháng 02 năm 2021, tổng diện tích sản xuất hữu cơ trên toàn thế giới hiện

nay là khoảng 72,3 triệu ha (đến cuối năm 2019), tăng 1,6% hay 1,1 triệu ha so với năm 2018 (Willer *et al.*, 2021). Sản lượng các sản phẩm NTTS được chứng nhận hữu cơ ước tính vào khoảng 5.000 tấn vào năm 2000 (Tacon & Brister, 2002). Năm 2008, đã có 225 khu vực NTTS hữu cơ được chứng nhận ở 26 quốc gia khác nhau, với tổng sản lượng là 53.000 tấn (Bergleiter *et al.*, 2009). Theo Bergleiter *et al.* (2009), sản lượng dự kiến sẽ tăng hơn nữa lên 38% vào cuối năm 2009 và dự báo sản lượng NTTS hữu cơ sẽ tăng gấp 240 lần vào năm 2030, tức là lên 0,6% tổng sản lượng NTTS.

Bên cạnh các ưu điểm kể trên, mô hình tôm-lúa theo hướng hữu cơ trên thế giới đang phải đối mặt với một số khó khăn như: Quá trình nuôi tôm hữu cơ đòi hỏi đầu tư ban đầu cao hơn so với nuôi tôm truyền thống do yêu cầu về môi trường và thức ăn; Việc quản lý và giám sát quá trình nuôi tôm hữu cơ phức tạp hơn, đòi hỏi kiến thức và kỹ thuật cao; Mặc dù có nhu cầu tăng, nhưng thị trường tôm hữu cơ vẫn còn hạn chế và chưa phổ biến rộng rãi (Li *et al.*, 2019, Willer *et al.*, 2021).

1.5.2 Tại Việt Nam

Mô hình tôm - lúa truyền thống ở ĐBSCL đã có hơn 50 năm, từ những năm 1970, vào giai đoạn đó người nuôi thả ấu trùng tôm biển bắt từ tự nhiên (chủ yếu là tôm sú và tôm thẻ đuôi xanh *Penaeus merguensis*). Tôm sú được nuôi từ đầu những năm 1990 do nguồn giống tôm sản xuất nhân tạo được sản xuất thành công. Chủ động đối với nguồn ấu trùng tôm và mở rộng thị trường tiêu thụ, xuất khẩu tôm đã thúc đẩy ngành NTTS nói chung và các mô hình canh tác tôm-lúa nói riêng ở ĐBSCL (USAID, 2016). Tôm - lúa luân canh ở ĐBSCL là hình thức canh tác thích ứng đặc trưng với sự thay đổi nhiễm mặn theo mùa tại những vùng trồng lúa một vụ khu vực ven biển. Vào mùa khô, ruộng lúa bị nhiễm mặn, người dân tận dụng thu tôm tự nhiên (Phạm Anh Tuấn và cs., 2016).

Trong quá trình phát triển, hệ thống nuôi được cải tiến với việc đào các mương nhỏ xung quanh, lấy tôm giống tự nhiên vào ruộng và ương nuôi đến kích cỡ thu hoạch. Hiệu quả kinh tế tăng thêm đã thúc đẩy mạnh việc áp dụng hình thức canh tác này vào những năm 1980-1990 ở một số tỉnh như Sóc Trăng, Bạc Liêu, Cà Mau, Kiên

Giang. Đến năm 2000, tổng diện tích canh tác tôm - lúa toàn vùng ĐBSCL được mở rộng lên khoảng 89.495 ha. Tuy nhiên, trong hơn một thập kỷ, sự phát triển quá nhanh của nghề nuôi tôm nước lợ vùng ĐBSCL, cả về diện tích và mức độ thâm canh, trong bối cảnh thiếu và/hoặc yếu về quy hoạch, trình độ canh tác cũng như cơ sở hạ tầng hạn chế không theo kịp với tốc độ phát triển đã dẫn đến các hệ lụy về ô nhiễm môi trường, nhiễm mặn và thoái hóa đất, gia tăng rủi ro bùng phát dịch bệnh. Do đó, tại một số vùng chuyển đổi ven biển, người dân đã chuyển hướng quay trở lại mô hình luân canh tôm - lúa với mức độ rủi ro thấp và bền vững hơn (Phạm Thanh Vũ và cs., 2013). Đến năm 2010, diện tích canh tác tôm - lúa khu vực ĐBSCL đạt 153.482 ha, tăng gần 02 lần so với năm 2000 (Trương Hoàng Minh và cs., 2013).

Giai đoạn 2010-2020, diện tích tôm lúa tăng trưởng bình quân đạt 3,81%/năm, chủ yếu được mở rộng tại các tỉnh Sóc Trăng (14,85%), Bạc Liêu (8,85%) và Kiên Giang (6,67%), Cà Mau (4,82%). Năm 2020, theo báo cáo của các tỉnh thì diện tích canh tác tôm - lúa của toàn vùng tăng lên hơn 211.900 ha (chiếm khoảng 25% tổng diện tích nuôi tôm nước lợ vùng ĐBSCL) với sản lượng tương ứng đạt trên 102.220 tấn, trong đó Kiên Giang là tỉnh có diện tích tôm - lúa lớn nhất (khoảng 100.000 ha). Như vậy, so với chỉ tiêu phát triển tôm - lúa trong Quy hoạch nuôi tôm nước lợ vùng ĐBSCL đến năm 2020, tầm nhìn 2030 (được phê duyệt tại QĐ số 5528/QĐ-BNN-TCTS ngày 31/12/2015) thì diện tích canh tác tôm - lúa đã vượt khoảng 11.900 ha. Một trong những nguyên nhân chính là do các tác động của BĐKH và hạn mặn tại khu vực ĐBSCL diễn ra mạnh hơn đã làm cho các diện tích canh tác lúa kém hiệu quả tăng lên và thúc đẩy quá trình chuyển đổi sang tôm - lúa.

Theo khảo sát của Thanh *et al.* (2019) tiến hành ở 4 xã thuộc huyện An Biên, tỉnh Kiên Giang trên 100 hộ nuôi luân canh tôm - lúa với kinh nghiệm nuôi từ 6-28 năm. Các ao có diện tích trung bình $1,10 \pm 0,24$ ha được cải tạo khoảng 2 tháng (tháng 01- 02) sau khi thu hoạch lúa (vụ lúa từ tháng 10-12), tôm sú được thả từ tháng 3-7 với mật độ 5-8 con/m² (QCCT). Sau 68-140 ngày nuôi, năng suất tôm thu đạt trung bình $269,8 \pm 129,1$ kg/ha/vụ với cỡ tôm thu 30-50 con/kg. Các hộ sử dụng ao ương đạt

năng suất và tỉ lệ sống của tôm tương ứng là $334,4 \pm 81,0$ kg/ha và $66,7 \pm 4,10\%$, cao hơn so với các hộ không áp dụng ($199,7 \pm 135,5$ kg/ha; $59,9 \pm 4,55\%$).

Tương tự, khảo sát của [Phù Vĩnh Thái và cs. \(2015\)](#) ở các huyện An Minh, An Biên, Vĩnh Thuận và U Minh Thượng tỉnh Kiên Giang về mô hình luân canh lúa với tôm sú/tôm thẻ chân trắng. Số liệu thu thập từ 65 hộ canh tác tôm lúa luân canh (TS-L) và 62 hộ canh tác tôm thẻ chân trắng-lúa (TT-L) ở các huyện này cho thấy các mô hình có diện tích trung bình khoảng 1,37-1,66 ha/ruộng với tỉ lệ mương bao là 21%. Sau khi thu hoạch lúa (tháng 11 âm lịch) người nuôi tiến hành vệ sinh, diệt cá tạp để thả giống. Thời điểm thả giống lần đầu từ cuối tháng 11 âm lịch năm trước đến Tháng 02 âm lịch năm sau. Ở mô hình TT-L thả giống chủ yếu vào tháng 12 với mật độ 13 con/m²/vụ, trong khi mô hình TS-L là tháng 01 với mật độ thả trung bình là 8 con/m²/vụ. Do đặc tính của mô hình là thu tỉa thả bù nên số lần thả giống ở mô hình TS-L và TT-L lần lượt là 3,94 và 3,74 lần/vụ, với mật độ thả giống lần đầu của TS-L là 4,4 con/m² và TT-L là 7,5 con/m². Sau 4 tháng nuôi, tôm sú đạt trọng lượng trung bình $31,2 \pm 2,8$ con/kg với năng suất dao động 209-431 kg/ha, đối với tôm thẻ chân trắng tương ứng là $14,0 \pm 1,7$ con/kg và 321-953 kg/ha. Mặc dù năng suất tôm từ mô hình TT-L cao hơn so với TS-L, nhưng tỉ suất lợi nhuận và số hộ có lãi ở mô hình TS-L ($1,65 \pm 0,88\%$ và 92,3% tương ứng) cao hơn so với các hộ dân ở mô hình TT-L ($0,66 \pm 0,63\%$ và 77,4% tương ứng).

[Lê Thị Phương Mai và cs. \(2015\)](#) đã nghiên cứu về ảnh hưởng và giải pháp của người nuôi tôm trong mô hình tôm - lúa luân canh do tác động của BĐKH được thực hiện trên 99 hộ nuôi tôm - lúa luân canh tại tỉnh Sóc Trăng (huyện Mỹ Xuyên; 32 hộ), Bạc Liêu (huyện Phước Long; 34 hộ) và Cà Mau (huyện Trần Văn Thời; 33 hộ). Các mô hình nuôi có diện tích trung bình 2,2 ha với tỉ lệ diện tích mương bao là 32,6% và mật độ tôm thả nuôi từ 3-9 con/m²/năm. Sau 4 tháng nuôi, tôm đạt kích cỡ trung bình 38 con/kg với năng suất trung bình từ 200-600 kg/ha/vụ. Khi ứng dụng khoa học kỹ thuật vào các mô hình với các đặc điểm kỹ thuật (dùng thuốc hóa chất để cải thiện môi trường, bổ sung dưỡng chất nhằm tăng sức đề kháng) như mật độ thả nuôi (5 con/m²/năm), tỉ lệ mương bao (20-28%), tôm đạt năng suất trung bình khoảng 400

kg/ha/vụ. Theo báo cáo, hầu hết (90%) nông dân nhận thức được sự thay đổi và tác động của thời tiết trong thời gian qua và thời gian tới. Giải pháp ứng dụng khoa học kỹ thuật được người nuôi lựa chọn (70,1-95,5%) để giải quyết các vấn đề khó khăn nhiều hơn so với các giải pháp khác. Năng suất tôm thu ở các mô hình tôm - lúa luân canh của các hộ ở huyện U Minh và Thới Bình, tỉnh Cà Mau cũng đạt kết quả tương tự với 340-355 kg/ha/vụ, kích cỡ tôm thu khoảng 40 con/kg sau 90 ngày nuôi khi thả giống tôm sú ở mật độ 5-6 con/m² với 3 đợt thả/vụ (Trương Hoàng Minh, 2017).

Nghiên cứu về mô hình tôm - lúa chủ yếu tập trung vào phân tích hiệu quả tài chính như nghiên cứu của Đỗ Văn Xê (2010); Trương Hoàng Minh và cs. (2013), các khía cạnh kỹ thuật của mô hình, các nghiên cứu của Brennan *et al.* (2002); Nguyễn Thanh Tường (2013); Nguyễn Công Thành (2014); Huỳnh Kim Hường và cs. (2016) và các nghiên cứu về mối quan hệ giữa hai thành phần lúa và tôm trong toàn hệ thống của Lê Cảnh Dũng (2012) mà các nghiên cứu về các yếu tố môi trường đất và nước trong quá trình sản xuất vẫn còn rất ít. Từ năm 1998-2020, một số nghiên cứu về chất lượng nước trong mô hình tôm - lúa tại một số tỉnh Sóc Trăng, Tiền Giang và Cà Mau đã được báo cáo (Minh *et al.*, 2003; Nguyễn Minh Nhật Quang và cs., 2016; Dien *et al.*, 2019). Trong canh tác mô hình tôm - lúa, các yếu tố ảnh hưởng đến năng suất và hiệu quả của mô hình như mật độ thả, oxy hòa tan, cá tạp/địch hại và thức ăn cần được quản lý và kiểm soát chặt chẽ (Dang, 2020). Hiện nay, có rất ít nghiên cứu rõ ràng về tác động của BĐKH lên năng suất của tôm sú trong mô hình tôm - lúa luân canh cũng như là về hiện trạng, biến động môi trường nước trong mô hình tôm- lúa trong điều kiện BĐKH, những yếu tố ảnh hưởng đến tính bền vững của mô hình tôm - lúa theo hướng chứng nhận hữu cơ cho sản phẩm tôm sú trong mô hình tôm- lúa ở ĐBSCL.

1.6. Tổng quan về tình hình sản xuất tôm - lúa luân canh của tỉnh Cà Mau

1.6.1 Điều kiện tự nhiên

Theo Công thông tin điện tử Cà Mau (2023a), Cà Mau là vùng đồng bằng, có nhiều sông rạch, có địa hình thấp, bằng phẳng và thường xuyên bị ngập nước. Độ cao bình quân 0,5m đến 1,5m so với mặt nước biển. Hướng địa hình nghiêng dần từ bắc

xuống nam, từ đông bắc xuống tây nam. Những vùng trũng cục bộ là huyện Thới Bình, Cà Mau nối với Phước Long, Hồng Dân, Giá Rai (Bạc Liêu) thuộc vùng trũng trung tâm Bán đảo Cà Mau có quan hệ địa hình lòng sông cổ. Những ô trũng U Minh, Trần Văn Thời là những vùng “trũng treo” nội địa được giới hạn bởi đê tự nhiên của hệ thống các con sông Ông Đốc, Cái Tàu, sông Trẹm và gò đất cao ven biển Tây. Phần lớn đất đai ở Cà Mau là vùng đất trẻ do phù sa bồi lắng, tích tụ qua nhiều năm tạo thành, rất màu mỡ và thích hợp cho việc NTTS, trồng lúa, trồng rừng ngập mặn, ngậ lợi. Cà Mau nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, có 2 mùa mưa nắng rõ rệt. Mùa mưa kéo dài từ tháng 5-11, trung bình từ 170-200 ngày/năm. Vùng biển phía tây và khu vực tây nam của tỉnh, mùa mưa mưa thường bắt đầu sớm hơn và kết thúc muộn hơn các khu vực khác. Lượng mưa trung bình giữa các tháng vào mùa và nằm trong khoảng từ 200 mm đến 400 mm/tháng (Thái Văn Long, 2001).

Kinh tế thủy sản là ngành kinh tế mũi nhọn của tỉnh Cà Mau, với lợi thế là nuôi tôm dựa vào HST rừng ngập mặn. Tỉnh đã quy hoạch phương án chuyển đổi một số diện tích trồng lúa nhiễm phèn mặn không có hiệu quả sang nuôi tôm kết hợp trồng lúa. Bên cạnh đó, với vị trí địa lý có 3 mặt giáp biển, tỉnh cũng có rất nhiều lợi thế trong khai thác dầu khí. Ngoài ra, Cà Mau còn có nhiều di tích lịch sử được xếp hạng, nhiều lễ hội truyền thống mang đậm bản sắc văn hoá vùng đồng bằng Nam Bộ.

1.6.2 Hoạt động nuôi tôm nước lợ của tỉnh Cà Mau

Cà Mau với 3 mặt giáp biển, có diện tích đất nông nghiệp toàn tỉnh là 351.355 ha, chiếm 67,63%; đất lâm nghiệp có rừng là 104.805 ha, chiếm 20,18%; đất chuyên dùng có 17.072 ha, chiếm 3,29%; đất ở có 5.502 ha, chiếm 1,06%; đất chưa sử dụng và sông suối có 40.773 ha, chiếm 7,85% (Sở NN&PTNT Cà Mau, 2021).

Tổng sản lượng thủy sản năm 2021 đạt 613.700 tấn, đạt 99% so kế hoạch, tăng 3,6% so cùng kỳ, trong đó có 218.400 tấn tôm, đạt 97,1% so kế hoạch, tăng 4% so cùng kỳ năm 2020 (Chi cục Thủy sản Cà Mau, 2021). Nuôi trồng thủy sản là một thế mạnh của tỉnh Cà Mau, chủ yếu dựa trên hệ sinh thái rừng ngập mặn, vùng ven biển, hệ thống kênh rạch chằng chịt và các vùng nhiễm mặn vào mùa khô. Diện tích NTTS năm 2021

đạt 302.635 ha, riêng nuôi tôm đạt 279.648 ha, với nhiều loại hình nuôi như: Nuôi TC, STC, QC, QCCT, tôm - lúa, tôm-rừng; đối tượng nuôi chủ yếu tôm sú và tôm thẻ.

Bảng 1.2. Sản lượng về các loại hình nuôi tôm tại Cà Mau

| TT | MÔ TẢ | ĐVT | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------|--|-----|----------------|----------------|----------------|
| 1 | Tổng sản lượng thủy sản | tấn | 592.635 | 613.700 | 630.000 |
| | Trong đó: Sản lượng tôm | tấn | 210.075 | 218.400 | 230.000 |
| 1.1 | Sản lượng khai thác thủy sản | tấn | 237.535 | 230.000 | 230.000 |
| | Trong đó: Tôm khai thác | tấn | 9.875 | 10.000 | 10.000 |
| 1.2 | Sản lượng nuôi trồng | tấn | 355.100 | 383.700 | 400.000 |
| | Trong đó: Sản lượng tôm nuôi: | tấn | 200.200 | 208.400 | 220.000 |
| 2 | Tổng diện tích nuôi tôm | | 284.970 | 279.648 | 280.000 |
| 2.1 | Diện tích nuôi tôm TC và STC | ha | 7.927,03 | 7.927.03 | 7.900 |
| 2.2 | Diện tích nuôi tôm quảng canh (tôm- rừng và tôm - lúa) | ha | 25.377 | 25.577 | 25.922 |
| 2.3 | Diện tích nuôi tôm QCCT | ha | 152.048 | 161.617 | 172.000 |
| 2.4 | Diện tích nuôi tôm – lúa | ha | 36.050 | 37.149 | 36.822 |

(Nguồn: Chi cục Thủy sản Cà Mau, 2020; 2021, 2022)

1.6.3 Hoạt động canh tác tôm - lúa luân canh ở tỉnh Cà Mau

Cà Mau là tỉnh có diện tích nuôi tôm nước lợ lớn nhất cả nước (chiếm gần 40%) và đứng thứ ba về diện tích canh tác tôm - lúa. Phương thức canh tác tôm - lúa của tỉnh khởi đầu từ những năm 2000, tập trung tại các huyện Thới Bình, U Minh, Trần Văn Thời, Cái Nước và thành phố Cà Mau. Cà Mau cũng là trung tâm về nuôi tôm quảng canh, với mô hình tổ chức sản xuất phù hợp, đặc biệt là tôm sú nuôi trong rừng ngập mặn đã áp dụng nhiều tiêu chuẩn quốc tế có khả năng đáp ứng cho nhiều thị trường xuất khẩu khó tính; đồng thời, mang lại lợi ích cho người dân, doanh nghiệp và nền kinh tế của tỉnh Cà Mau nói riêng và cả nước nói chung. Diện tích sản xuất tôm - lúa của tỉnh trong năm 2021 và 2022 lần lượt là 37.149 và 36.822 ha (Chi cục

[Thủy sản Cà Mau, 2020; 2021](#)). Thực tế đã khẳng định sản xuất luân canh một vụ lúa, một hoặc hai vụ tôm là mô hình sản xuất bền vững đạt hiệu quả kinh tế cao.

Mô hình tôm - lúa được hình thành từ tác động của xâm nhập mặn và bắt đầu phát triển hơn trong khoảng gần 20 năm trở lại đây khi xâm mặn ngày càng sâu hơn vào nội đồng. Những năm đầu canh tác tôm lúa, kinh nghiệm nuôi tôm còn hạn chế, năng suất nuôi tôm-lúa của Cà Mau thấp, đạt 100-200 kg/ha. Diện tích canh tác lúa đã có sự giảm đáng kể trong giai đoạn 2010-2020. Nguyên nhân chủ yếu do tác động của hạn mặn khiến nhiều khu vực canh tác vụ lúa kém hiệu quả dẫn đến người dân bỏ canh tác vụ lúa và chuyển sang nuôi chuyên tôm. Gần đây, với các hệ thống thủy lợi được nâng cấp thì diện tích tôm-lúa của Cà Mau tiếp tục được duy trì từ 2021-2022 ([Trịnh Quang Tú và cs., 2020; Chi cục Thủy sản Cà Mau, 2020; 2021](#)).

1.6.4 Hoạt động canh tác tôm - lúa luân canh ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

Kể từ khi có chủ trương chuyên đổi đất phèn mặn, vùng đất sản xuất lúa 2 vụ kém hiệu quả sang sản xuất 01 vụ tôm, 01 vụ lúa thì hiệu quả sản xuất nông nghiệp ở huyện Thới Bình tăng lên rõ rệt. Tôm và lúa đều phát triển tốt, không cần thiết phải sử dụng phân bón và hóa chất, ít xảy ra dịch bệnh. Diện tích sản xuất luân canh tôm sú- lúa lớn nhất tỉnh Cà Mau và phù hợp với tình hình biến đổi khí hậu hiện nay. Địa phương đang áp dụng sản xuất theo hướng chứng nhận quốc tế, trong đó có tiêu chuẩn tôm - lúa hữu cơ ([Chi cục thủy lợi Cà Mau, 2020](#)).

Huyện Thới Bình tập trung đẩy mạnh thực hiện Đề án tái cơ cấu ngành nông nghiệp, chú trọng thực hiện đồng bộ các giải pháp, ứng dụng khoa học công nghệ vào sản xuất, phát triển các giống lúa đặc sản địa phương, lúa chất lượng cao và tôm sạch trong mô hình lúa-tôm. Qua đó, giúp nông dân dần thay đổi nhận thức, canh tác tôm-lúa theo hướng bền vững thích ứng với BĐKH ([Công thông tin điện tử Cà Mau, 2023b](#)). Huyện Thới Bình có diện tích tự nhiên gần 64.000 ha, trong đó có trên 59.100 ha đất sản xuất nông nghiệp, cơ cấu sản xuất ngư-nông nghiệp chủ yếu tập trung vào NTTS, trồng lúa ... được tổ chức sản xuất theo hướng thâm canh, luân canh, xen canh tăng năng suất. Đến nay, huyện thực hiện thành công việc xúc tiến đầu tư mở rộng

vùng trồng lúa đặc sản, lúa hữu cơ lên hơn 1.500 ha ở vùng lúa-tôm, xây dựng thương hiệu chứng nhận “lúa sạch Thới Bình” bảo hộ sản phẩm lúa trên địa bàn huyện và nâng cao giá trị sản phẩm lúa tại Thới Bình. Năm 2020, huyện được giao chỉ tiêu phát triển 18.000 ha lúa-tôm trong đó có khoảng 860 ha lúa hữu cơ, tập trung chủ yếu tại các xã Biển Bạch Đông, Trí Phải, Trí Lực, Tân Bằng, Biển Bạch ([Cổng thông tin điện tử Cà Mau, 2023b](#)).

Bảng 1.3. Diện tích xuống giống trong mô hình tôm - lúa của huyện Thới Bình năm 2017 đến năm 2020

| STT | Năm | Kế hoạch | Xuống giống | Tỉ lệ % | Ghi chú |
|-----|-----------|----------|-------------|---------|-----------|
| 1 | 2019-2020 | 20.000 | 18.606 | 93,03 | Tập trung |
| 2 | 2018-2019 | 21.000 | 21.324 | 101,54 | |
| 3 | 2017-2018 | 26.000 | 19.706 | 75,79 | |

(Nguồn: Chi cục thủy lợi Cà Mau, 2020)

1.7. Đặc điểm kỹ thuật hệ thống nuôi tôm - lúa

Hệ thống canh tác luân canh tôm-lúa tại Cà Mau hiện nay chủ yếu theo phương thức canh tác cơ bản luân canh 1-2 vụ tôm nuôi QC và 01 vụ lúa. Cho đến nay, hệ thống canh tác này đã có nhiều thay đổi, cải tiến về mặt kỹ thuật và đối tượng canh tác nhằm tăng năng suất, hiệu quả và phù hợp với sự thay đổi của khí hậu, môi trường. Chẳng hạn như Sóc Trăng và Trà Vinh, do diện tích của các hộ nuôi tương đối nhỏ nên thiết kế cũng khác đi để có thể nuôi ở mật độ cao hơn, có cho ăn thức ăn chế biến, mật độ thả từ 5-8 con/m². Dù là QC hay QCCT thì hệ thống nuôi cơ bản vẫn phải thiết kế mương bao, mương nhánh xung quanh chiếm 10-30% diện tích ruộng (ao), mặt ruộng được giữ nguyên không hạ thấp nền ruộng. Mương bao thường có chiều rộng từ 2,5-3,0 m với độ sâu từ 1,2-1,4 m. Đất đào mương được tận dụng để xây dựng bờ với độ cao có thể giữ nước trên mặt ruộng khoảng 0,3- 0,5 m.

Gần đây, nhiều hộ đã thiết kế thêm hệ thống ao ương nhằm mục đích ương giống lớn trước khi thả nuôi, đảm bảo tăng tỷ lệ sống cho tôm nuôi. Trong đó, diện tích ao ương chiếm từ 5-10% diện tích ao nuôi, độ sâu dao động từ 0,8-1,2 m.

Quy trình kỹ thuật: vụ nuôi tôm: từ tháng 1-8. Sau khi kết thúc vụ lúa, ao nuôi được cải tạo (dọn vệ sinh, bón vôi, phơi đất, gia cố bờ bao) để chuẩn bị cho vụ nuôi tôm. Thời gian cải tạo thường khoảng 01 tháng trước khi thả giống.

Giống tôm và mật độ thả giống: giống tôm sú được người dân mua từ các tỉnh Nam Trung Bộ (Bình Thuận, Ninh Thuận, Khánh Hòa) về tự ương hoặc mua từ các đại lý, trại ương dưỡng tại ĐBSCL với kích cỡ phổ biến là PL₁₂-PL₁₅. Kết quả khảo sát hộ nuôi cho thấy 83,3% số hộ ở Bạc Liêu và 66,7% số hộ ở Cà Mau có ương giống trước khi thả. Mật độ thả nuôi từ 3-5 con/m² cho lần thả đầu tiên. Sau 1,5-2 tháng nuôi, một số hộ nuôi tiến hành thả thêm con giống với mật độ thả của các lần tiếp theo từ 1-2 con/m² tùy thuộc vào tỉ lệ sống của tôm. Sau 2 tháng nuôi, tôm được thu tỉa bằng cách chọn lọc tôm lớn thông qua quá trình đặt “lú”. Đây là hình thức “thu tỉa thả bù nhiều lần” theo cách truyền thống.

Quản lý, chăm sóc và thu hoạch tôm: trong mô hình canh tác này, nguồn thức ăn chủ yếu dựa vào nguồn thức ăn tự nhiên và không (hoặc rất ít) bổ sung thức ăn công nghiệp. Việc không bổ sung cho tôm thức ăn công nghiệp nên môi trường nước luôn có xu hướng thiếu dinh dưỡng. Quá trình quản lý ao nuôi chủ yếu các hoạt động duy trì mực nước trong ao, quản lý mật độ, thức ăn tự nhiên, màu nước, nhiệt độ và độ mặn trong ao nuôi. Ngoài ra, do công trình ao nuôi rộng nên việc quản lý dịch hại xâm nhập và lây lan dịch bệnh là rất khó khăn.

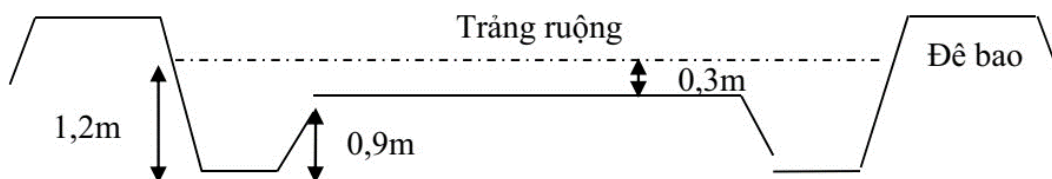
Đối với canh tác lúa (từ tháng 9- tháng 12): sau khi thu hoạch vụ tôm, ao nuôi được rửa mặn để chuẩn bị tiến hành canh tác lúa và chủ yếu dựa vào nguồn nước mưa. Trước đây, người dân sử dụng chủ yếu là giống lúa Một bụi đỏ. Tuy nhiên, kể từ năm 2019, giống lúa ST24 được các hộ trồng phổ biến do phù hợp với chất đất, độ mặn của vùng và hiện nay giống lúa này có chất lượng và giá thành đầu ra cao. Hiện nay, hầu hết các hộ trồng lúa không sử dụng các sản phẩm thuốc trừ sâu mà áp dụng các biện pháp quản lý dịch hại tổng hợp IPM. Nguyên nhân là do tôm là nguồn thu chính nên nếu sử dụng các sản phẩm này sẽ gây hại cho vụ nuôi tôm. Nghiên cứu của [Trương Hoàng Minh và cs. \(2013\)](#) đã so sánh các yếu tố kỹ thuật của mô hình tôm lúa theo

phương pháp truyền thống (quảng canh, không cho ăn dặm) và tôm - lúa quảng canh cải tiến. Trong đó, mô hình tôm - lúa quảng canh truyền thống có diện tích lớn hơn và hầu như là không cho ăn bổ sung. Kết quả nghiên cứu được trình bày qua [Bảng 1.4](#).

Bảng 1.4. Các chỉ tiêu kỹ thuật chính của 2 mô hình nuôi tôm - lúa

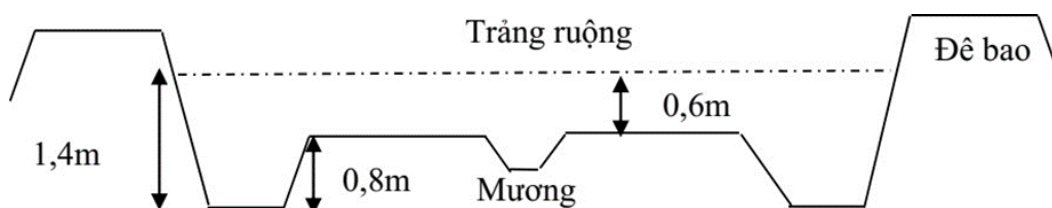
| Chỉ tiêu | Tôm - lúa QCTT | Tôm - lúa QCCT |
|-----------------------------------|----------------|----------------|
| Diện tích ruộng (ha/ruộng) | 2,72±1,35 | 1,40±1,53 |
| Tỷ lệ diện tích mương bao (%) | 30,6±7,93 | 26,4±6,35 |
| Độ rộng mương bao (m) | 3,40±0,77 | 3,63±0,56 |
| Mức nước trên trảng ruộng (m) | 0,34±0,11 | 0,72±0,13 |
| Độ sâu mực nước mương bao (m) | 1,23±0,36 | 1,50±0,18 |
| Cỡ giống thả (PL) | 15,5±1,89 | 14,5±1,20 |
| Mật độ nuôi (con/m ²) | 2,18±0,68 | 6,70±1,63 |
| Tỷ lệ hộ có kiểm dịch giống (%) | 20 | 100 |
| Tỷ lệ hộ có bổ sung thức ăn (%) | 10 | 100 |
| Tỷ lệ hộ ương tôm (%) | 50 | 90 |
| Tỷ lệ sống (%) | 32,5±19,8 | 53,5±20,6 |
| Cỡ tôm thu hoạch (g/con) | 30,4±4,97 | 32,5±9,35 |
| Thời gian nuôi (ngày) | 108±21,4 | 117±23,9 |
| Năng suất (kg/ha) | 232±132 | 1.217±611 |

(Nguồn: *Trương Hoàng Minh và cs., 2013*)



Hình 1.2. Sơ đồ mặt cắt ngang của ruộng tôm sú-lúa quảng canh truyền thống

(Nguồn: *Trương Hoàng Minh và cs., 2013*)



Hình 1.3. Sơ đồ mặt cắt ngang của ruộng tôm sú-lúa quảng canh cảnh tiến

(Nguồn: *Trương Hoàng Minh và cs., 2013*)

1.8. Kế hoạch phát triển tôm - lúa hữu cơ giai đoạn 2020-2025 của tỉnh Cà Mau

Căn cứ Nghị định số 109/2018/NĐ-CP ngày 29/8/2018 của Chính phủ về nông nghiệp hữu cơ; Thông tư số 16/2019/TT-BNNPTNT ngày 01/11/2019 của Bộ Trưởng Bộ NN&PTNT qui định chi tiết một số điều của Nghị định số 109/2018/NĐ-CP, UBND tỉnh Cà Mau đã xây dựng kế hoạch phát triển nông nghiệp hữu cơ giai đoạn 2020-2025, trong đó có tôm hữu cơ. Tính đến đầu năm 2020, có khoảng 19.000 ha/4.200 hộ nuôi tôm rừng đạt chứng nhận, gồm có hữu cơ (Naturland, EU Organic, Canada Organics); gần 40.000 ha sản xuất lúa-tôm, trong đó có 370 ha sản xuất theo tiêu chuẩn quốc tế Organic NOP (Mỹ), Organic EU (Châu Âu) và Organic JAS (Nhật Bản) và 1.112 ha nuôi tôm hữu cơ. Các mô hình sản xuất nông nghiệp hữu cơ đang phát triển và bước đầu rất khả quan. Theo Kế hoạch số 31/KH-UBND ngày 03/02/2020 của Ủy ban nhân dân tỉnh Cà Mau ([Ủy ban nhân dân \[UBND\] Cà Mau, 2020](#)) thì phân đấu từ năm 2020-2022 có ít nhất 01 mô hình tôm - lúa hữu cơ trong đó có khoảng 1.200 ha, sản lượng 720-780 tấn và 01 mô hình tôm-rừng hữu cơ trong đó khoảng 1.200 ha, sản lượng 600-720 tấn. Giai đoạn 2022-2025 là giai đoạn nhân rộng mô hình, phân đấu có khoảng 2.000 ha tôm - lúa đạt chứng nhận hữu cơ với sản lượng 1.300-1.500 tấn; và 2.000 ha tôm-rừng đạt chứng nhận hữu cơ, sản lượng 1.000-1.200 tấn.

1.9. Thuận lợi và khó khăn của mô hình nuôi tôm-lúa tỉnh Cà Mau

Hiện nay, việc canh tác kết hợp tôm với các loài cây trồng, đặc biệt là cây lúa ở các tỉnh thuộc vùng ĐBSCL nói chung và Cà Mau nói riêng được coi là bước tiến lớn hướng tới nền nông nghiệp sinh thái nhằm ứng phó với BĐKH và thúc đẩy hoàn thành các mục tiêu phát triển bền vững. Tuy nhiên, theo Sở Nông nghiệp và Phát triển

nông thôn Cà Mau (2021) thì các mô hình canh tác tôm - lúa của tỉnh đang phải đối mặt với một số thuận lợi và khó khăn như:

Thuận lợi: địa hình phù hợp cho phát triển tôm - lúa ở một số khu vực, đặc biệt là huyện Thới Bình; cơ chế chuyển đổi từ đất nông nghiệp kém hiệu quả, vùng nhiễm mặn vào mùa khô sang nuôi tôm; chính quyền địa phương chủ động và tích cực trong việc hỗ trợ kỹ thuật, chuẩn bị nguồn giống phục vụ sản xuất; các doanh nghiệp thủy sản và lúa gạo trong và ngoài tỉnh tích cực hợp tác với địa phương, hợp tác xã, tổ hợp tác và người dân mở rộng xây dựng các vùng nguyên liệu lúa tôm.

Khó khăn: biến đổi khí hậu tác động làm cho thời tiết diễn biến phức tạp có thể gây ra hiện tượng cực đoan như: Lượng mưa phân bố không đều, hạn cục bộ, ngập úng gây khó khăn cho sản xuất lúa tôm; hệ thống thủy lợi chưa được hoàn chỉnh nên sản xuất vẫn còn tiềm ẩn rủi ro thiệt hại do xâm nhập mặn cuối vụ khi mùa mưa kết thúc sớm, giá lúa giống, giống thủy sản, vật tư, công lao động đã tăng 5-10% so với năm 2020 làm tăng chi phí sản xuất.

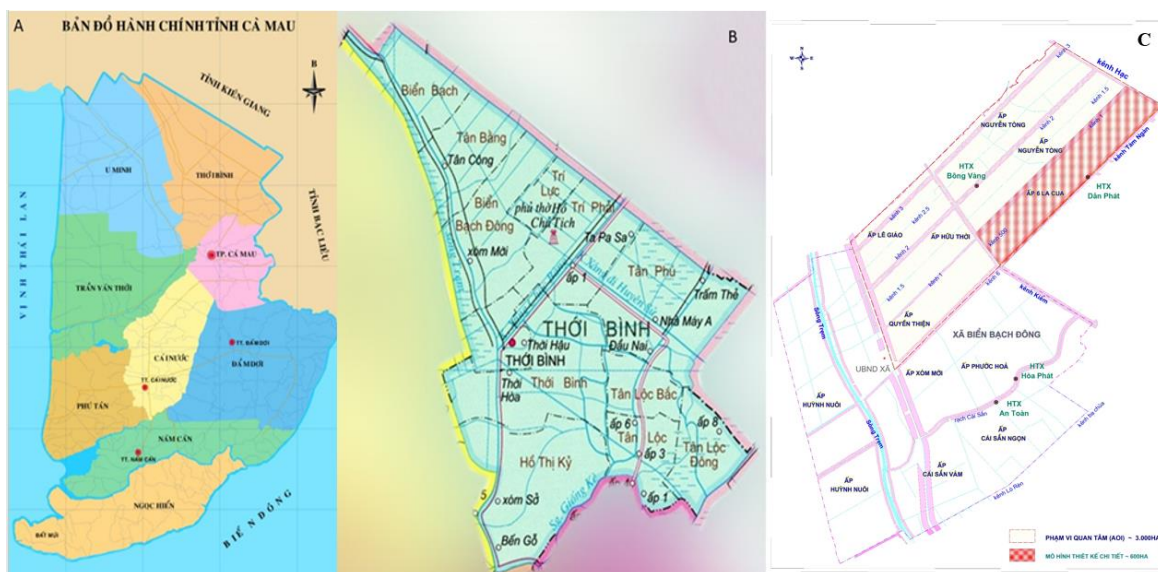
Từ những thuận lợi, khó khăn nêu trên, đề tài được tiến hành nhằm cung cấp cơ sở khoa học và kỹ thuật cho các giải pháp về chất lượng môi trường, chất lượng nước thông qua xây dựng được các mô hình cải tiến kỹ thuật, nâng cao năng suất của mô hình thông qua phân tích được các yếu tố môi trường đất và nước làm cơ sở xây dựng mô hình nuôi, thực nghiệm và hoàn thiện qui trình nuôi tôm-lúa hướng tới chứng nhận hữu cơ ở tỉnh Cà Mau nói riêng và vùng ĐBSCL nói chung.

CHƯƠNG 2: ĐỊA ĐIỂM, THỜI GIAN, NỘI DUNG, PHƯƠNG PHÁP LUẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

2.1.1 Địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu này sẽ tập trung triển khai cụ thể tại vùng nuôi tôm-lúa trên diện tích 600 ha thuộc khu vực canh tác thuộc xã Biển Bạch Đông, huyện Thới Bình, đây là vùng lõi của quy hoạch phát triển tôm-lúa của xã Biển Bạch Đông với tổng diện tích nuôi tôm-lúa khoảng 3.000 ha. Vị trí được lựa chọn dựa trên tham vấn với địa phương, lược khảo tài liệu và khảo sát thực tế để đưa ra quyết định địa điểm nghiên cứu tại vùng sản xuất phù hợp với điều kiện nghiên cứu về thay đổi môi trường và xâm nhập mặn (Hình 2.1). Vùng nghiên cứu có tính tương đồng với các xã khác trong huyện, có tính đại diện để triển khai nghiên cứu. Đây là vùng ven biển chịu tác động thường xuyên và cực đoan của thời tiết và thiên tai do BĐKH.



Hình 2.1. Địa điểm nghiên cứu của luận án (khu vực 600 ha xã Biển Bạch Đông (C), huyện Thới Bình (B), tỉnh Cà Mau (A))

(Nguồn: UBND tỉnh Cà Mau; Bản đồ Việt Nam)

2.1.2 Thời gian nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện trong 3 năm: 12/2020-12/2023. Trong đó, năm thứ nhất tập trung nghiên cứu hiện trạng, xây dựng phương án thực nghiệm; năm 2 triển khai thực nghiệm; năm 3 kiểm chứng mô hình thực nghiệm và viết Luận án.

2.2. Nội dung nghiên cứu

Nội dung nghiên cứu của luận án bao gồm:

(i) Tổng quan vấn đề nghiên cứu

- Cơ sở lý luận về nuôi tôm nước lợ, mô hình tôm - lúa luân canh, cộng đồng người nuôi tôm - lúa, BĐKH, xâm nhập mặn.

- Tình hình nghiên cứu ngoài nước: tập trung vào các phương pháp nghiên cứu có liên quan và có thể kế thừa, làm cơ sở thảo luận cho kết quả của luận án.

- Tình hình nghiên cứu trong nước: tập trung vào phân tích thực trạng, các can thiệp và các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến mô hình tôm - lúa và các giải pháp phù hợp tại địa phương.

(ii) Đánh giá thực trạng yếu tố kỹ thuật và kinh tế - xã hội của các mô hình tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

- Đánh giá các yếu tố kinh tế-xã hội và kỹ thuật của các mô hình tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

- Phân tích và xác định các yếu tố tác động đến tính bền vững của mô hình tôm - lúa luân canh ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

(iii) Nghiên cứu ảnh hưởng các yếu tố môi trường đến sự phát triển mô hình tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

- Thu mẫu và phân tích các yếu tố môi trường nước và bùn đáy tại các nguồn nước cấp vùng nuôi tôm - lúa luân canh ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

- Đánh giá các dữ liệu môi trường dựa trên các tiêu chuẩn, phân tích các tác động của các yếu tố lên chất lượng nước, đất lên các mô hình tôm - lúa trong điều kiện BĐKH ở huyện Thới Bình;

- Xây dựng kế hoạch giúp cải thiện chất lượng môi trường cho mô hình tôm lúa bền vững cho trong điều kiện BĐKH ở huyện Thới Bình.

(iv) Nghiên cứu thực nghiệm một số mô hình tôm - lúa cải tiến kỹ thuật và đề xuất các giải pháp phát triển mô hình tôm - lúa theo hướng hữu cơ trong điều kiện BĐKH tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.

- Xây dựng quy trình kỹ thuật sản xuất tôm - lúa hướng tới chứng nhận hữu cơ, thích ứng với điều kiện BĐKH tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

- Triển khai quy trình tôm - lúa cải tiến kỹ thuật tại khu vực nghiên cứu

- Đánh giá hiệu quả môi trường, hiệu quả kỹ thuật và kinh tế của mô hình tôm - lúa cải tiến kỹ thuật thực nghiệm tại khu vực nghiên cứu.

- Đề xuất các giải pháp phù hợp nhằm cải tiến mô hình tôm - lúa có hiệu quả kinh tế cao, bền vững đáp ứng các tiêu chí về môi trường, đảm bảo vệ sinh an toàn thực phẩm hướng tới chứng nhận hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau.

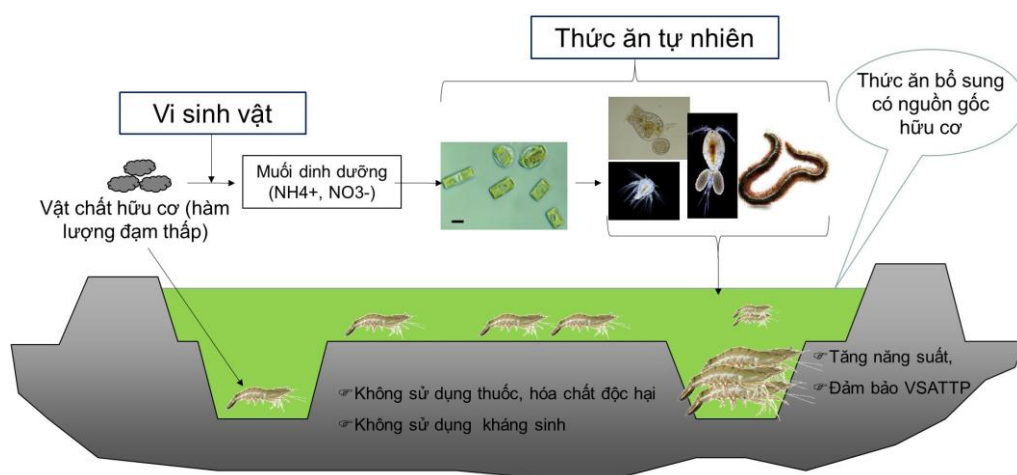
2.3. Phương pháp luận nghiên cứu

Một đặc điểm nổi bật của mô hình nuôi tôm truyền thống là không sử dụng thức ăn chế biến trong quá trình nuôi. Thay vào đó, tôm phụ thuộc hoàn toàn vào nguồn thức ăn tự nhiên có sẵn trong ao, đây là yếu tố chịu ảnh hưởng trực tiếp của các yếu tố môi trường, của biến đổi khí hậu và xâm nhập mặn. Việc thiếu hụt thức ăn tự nhiên dẫn đến tình trạng nghèo dinh dưỡng, ảnh hưởng tiêu cực đến tỉ lệ sống và hiệu quả sản xuất của tôm. Do đó, việc cải thiện môi trường và áp dụng kỹ thuật nhằm tăng năng suất của tôm được coi là giải pháp tiềm năng.

Cơ sở khoa học của nghiên cứu này đã được thể hiện một cách rõ ràng thông qua Hình 2.2. Theo đó, để tăng lượng thức ăn cho tôm, việc tác động vào chuỗi thức ăn là một phương pháp quan trọng. Trong đó, việc tăng sinh lượng sinh vật sản xuất và cải thiện mật độ tảo đều có vai trò quan trọng. Để tảo phát triển, môi trường cần phải cung

cấp đầy đủ dinh dưỡng như NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{3-} ... Tuy nhiên, mục tiêu của nghiên cứu này là xây dựng mô hình theo hướng hữu cơ, trong đó việc sử dụng hóa chất và phân bón vô cơ không được phép. Thay vào đó, nguồn dinh dưỡng chủ yếu đến từ quá trình phân hủy vật chất hữu cơ của vi sinh vật hữu ích.

Đây là cơ sở lý luận quan trọng cho việc sử dụng vi sinh vật có khả năng phân hủy vật chất hữu cơ cao, ủ với các thành phần hữu cơ để tạo nguồn dinh dưỡng cho sự phát triển của tảo. Qua đó, sự phát triển của đa dạng sinh học trong hệ thống ao nuôi và ruộng lúa gồm các sinh vật tiêu thụ bậc 1 và bậc 2, đặc biệt là động phiêu sinh và động vật đáy, được kích thích mạnh mẽ. Vì vậy, việc xác định thành phần loài và mật độ thực vật phiêu sinh, động vật nổi, động vật đáy như nguồn thức ăn tự nhiên cho tôm là vô cùng quan trọng và đồng thời là nền tảng lý luận của nghiên cứu này.



Hình 2.2. Cơ sở khoa học của mô hình tôm-lúa luân canh theo hướng hữu cơ

Bên cạnh đó, trong nghiên cứu này cũng tiếp cận theo hướng hiểu và tận dụng các mối quan hệ phức tạp giữa các thành phần trong một hệ thống sinh thái tự nhiên. Tăng cường các quan hệ tương tác tích cực giữa các thành phần trong hệ thống, bao gồm cả tôm, lúa và các loại sinh vật thực phẩm tự nhiên khác. Ví dụ, việc sử dụng lúa có thể tạo ra một môi trường phong phú cho vi sinh vật và động vật phù du, cung cấp nguồn thức ăn tự nhiên cho tôm. Bằng cách tận dụng và tối ưu hóa các mối quan hệ trong hệ sinh thái tự nhiên, không chỉ giúp cải thiện hiệu suất sản xuất mà còn đóng góp vào sự bền vững và cân bằng của hệ thống nuôi tôm-lúa luân canh hữu cơ.

Thêm vào đó, nghiên cứu này cũng hướng tới áp dụng các phương pháp và chiến lược nhằm tối ưu hóa hiệu quả sản xuất trong khi đảm bảo tính bền vững môi trường, cải thiện điều kiện sống của người dân và duy trì tính khả dụng của tài nguyên cho thế hệ tương lai. Ví dụ như tăng sử dụng thức ăn hữu cơ và hạn chế sử dụng hóa chất trong quá trình nuôi. Điều này giúp bảo vệ môi trường nước và đảm bảo hệ sinh thái không bị ảnh hưởng tiêu cực.

2.4. Phương pháp nghiên cứu hiện trạng

2.4.1 Phương pháp xác định địa điểm nghiên cứu

Phân vùng sinh thái của tỉnh Cà Mau bao gồm các khu vực đa dạng như vùng sinh thái rừng ngập mặn ven biển, vùng nước ngọt vào mùa mưa, vùng nước lợ vào mùa khô và vùng nước ngọt quanh năm. Trong phạm vi luận án, tập trung nghiên cứu vùng nội đồng huyện Thới Bình vì đây là vùng trọng điểm nuôi tôm-lúa do ở đây có sự chuyển đổi giữa nước ngọt trong mùa mưa sang nước lợ trong mùa khô. Do giới hạn về thời gian cũng như kinh phí để thực hiện nên đề tài chỉ tập trung nghiên cứu chủ yếu về nông hộ nuôi tôm-lúa tại xã Biển Bạch Đông, huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau do đây là một khu vực nuôi ổn định (Hình 2.1).

2.4.2. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu thứ cấp: Số liệu sẽ được thu thập trong vòng 5 năm, từ 2017-2021 để làm căn cứ xây dựng qui trình thực nghiệm. Các công trình nghiên cứu có liên quan trước đây đã được thực hiện và xuất bản như: tạp chí khoa học chuyên ngành, các báo cáo của VASEP, Cục Thủy sản, Bộ NN&PTNT, UBND tỉnh Cà Mau, Chi cục Thủy sản tỉnh Cà Mau, các viện nghiên cứu và trường đại học.

Số liệu sơ cấp: Số liệu được thu thập từ phỏng vấn trực tiếp nông hộ nuôi tôm-lúa tại hai hợp tác xã là Dân Phát và Hòa Phát, xã Biển Bạch Đông, huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau. Mẫu được chọn theo phương pháp ngẫu nhiên phân tầng (Stratified Sampling) gồm hai bước (1) Tiến hành phân tầng địa bàn khảo sát theo tiêu chí số lượng nông hộ nuôi tôm sú trong mô hình tôm - lúa, và (2) Chọn ngẫu nhiên những hộ tham gia nuôi tôm sú trên địa bàn đã chọn ở bước 1. Cỡ mẫu (n) được xác định trên

tổng thể dựa vào dựa vào công thức của Yamane (1967) (trích bởi [Võ Thị Thanh Lộc và Huỳnh Hữu Thọ, 2016](#)): $n = N/(1+Ne^2)$. Trong đó: N là số quan sát tổng thể; e là sai số cho phép (thường lấy bằng mức ý nghĩa alpha trong xử lý).

Như vậy, trong nghiên cứu này 152 hộ nuôi tôm - lúa luân canh tại hai HTX tại khu vực nghiên cứu được chọn. Trong đó, 135 hộ nuôi tôm - lúa kết hợp thả cua và tôm càng xanh gọi là mô hình tôm-cua và 17 hộ nuôi tôm - lúa có thả giống tôm càng xanh nhưng không thả cua gọi là mô hình tôm đơn. Phương pháp phỏng vấn trực tiếp bằng bảng phỏng vấn bán cấu trúc soạn sẵn có phỏng vấn thử và hiệu chỉnh.

Nội dung trong bảng phỏng vấn bao gồm: thông tin kỹ thuật được thu thập tập trung vào *(i)* Xây dựng ao: diện tích trang trại, ao nuôi, mương bao, trảng, độ sâu, cấp/thoát nước, trang thiết bị (bơm, điện...)... *(ii)* Kỹ thuật nuôi: số lượng/kích cỡ giống, nguồn giống, mật độ thả, bón phân gây màu, thức ăn bổ sung, thay nước, sử dụng vôi, quản lý chất lượng nước, quản lý thức ăn tự nhiên, quản lý địch hại, thu hoạch, kích cỡ tôm thu hoạch, sản lượng tôm... *(iii)* Vấn đề về kinh tế xã hội: chi phí xây dựng/chuẩn bị trang trại (xây dựng/cải tạo ao, mua mới/sửa chữa trang thiết bị, quản lý...), chi phí đầu vào (giống, lao động, nhiên liệu, điện...), chi phí sản xuất, giá thành, tổng lợi nhuận, tổng thu nhập, vai trò của giới tính tham gia vào sản xuất, thu nhập khác ngoài canh tác tôm, lúa,.. và *(iv)* Các thông tin khác: thuận lợi và khó khăn, những điểm là nút thắt trong quá trình canh tác mô hình tôm - lúa trong sự ứng phó với sự tác động của BĐKH cũng như là các chứng nhận ([Phụ lục 1](#)).

Phương pháp xử lý và phân tích số liệu

Số liệu thu thập được sau đó được kiểm tra, phân tích và mã hóa rồi nhập vào máy tính. Sử dụng phần mềm SPSS-23 for windows để phân tích số liệu.

Phân tích định tính: nhằm mô tả về các đặc điểm về hiện trạng, thuận lợi và khó khăn của mô hình nuôi tôm sú theo hướng tiêu chuẩn chứng nhận hữu cơ Châu Âu (EU organic) thể hiện qua giá trị tần suất (n) và giá trị phần trăm (%).

Phân tích định lượng: thể hiện giá trị trung bình, độ lệch chuẩn, nhỏ nhất và lớn nhất, tỉ lệ phần trăm nhằm đánh giá hiện trạng các chỉ tiêu định lượng về khía cạnh kỹ thuật và kinh tế xã hội của mô hình nuôi tôm sú hữu cơ tại Cà Mau.

Phương pháp thống kê nhiều chọn lựa: áp dụng để phân tích thống kê các loại bệnh xuất hiện trong nuôi tôm, những thuận lợi và khó khăn trong nuôi tôm.

Một số chỉ tiêu tính toán trong nghiên cứu như sau:

- 1) Tổng chi phí đầu tư sản xuất của mô hình = Tổng chi phí cố định (khấu hao) của tất cả các hoạt động sản xuất (tôm, lúa, cua, tôm càng xanh) + Tổng chi phí biến đổi của tất cả các hoạt động (tôm, lúa, cua, tôm càng xanh)
- 2) Tổng thu nhập của của mô hình = Thu nhập từ tôm + cua + tôm càng xanh + lúa
- 3) Lợi nhuận của mô hình: Tổng thu nhập của của mô hình (2) - Tổng chi phí đầu tư sản xuất của mô hình (1).
- 4) Tổng thu nhập bình quân/người = Tổng thu nhập/số người trong gia đình
- 5) Tỷ suất lợi nhuận = Lợi nhuận (3) / Tổng chi phí đầu tư sản xuất của mô hình (1)

2.4.3. Phương pháp nghiên cứu các yếu tố môi trường

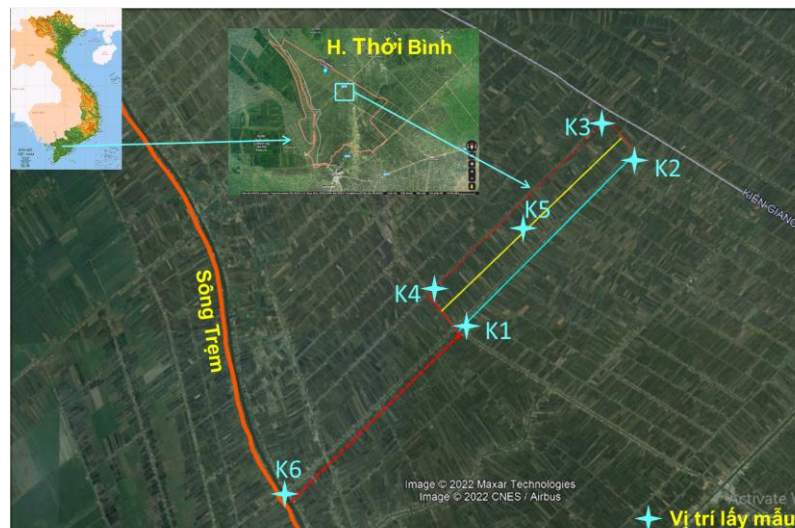
2.4.3.1 Thời gian, địa điểm và phương pháp thu mẫu

Nghiên cứu được thực hiện trong vụ canh tác tôm - lúa năm 2022 và được kiểm chứng trong vụ năm 2023. Các yếu tố thủy lý hóa được đánh giá gồm 6 đợt chính:

- Đợt 1: đầu vụ tôm 2022 (02/2022)
- Đợt 2: cuối vụ tôm 2022 (7/2022)
- Đợt 3: đầu vụ lúa 2022 (10/2022)
- Đợt 4: cuối vụ lúa 2022 (12/2022)
- Đợt 5: đầu vụ tôm 2023 (03/2023)
- Đợt 6: cuối vụ tôm 2023 (7/2023).

Mẫu nước tầng mặt được thu tại 5 điểm ở các kênh cấp cho các ao nuôi tôm -

lúa bao gồm kênh 8000 (K1 và K2), kênh 1000 (K3 và K4) và kênh 500 (K5) và 01 điểm trên sông Trẹm (K6) thuộc xã Biên Bạch Đông, huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau (Hình 2.3 và Bảng 2.1).



Hình 2.3. Các điểm thu mẫu tại khu vực nghiên cứu

Bảng 2.1. Kí hiệu mẫu và tọa độ các điểm thu mẫu

| Kí hiệu | Địa điểm | Vị trí | |
|---------|-----------|---------------|------------------|
| | | Vĩ độ bắc (N) | Kinh độ đông (E) |
| K1 | Kênh 8000 | 9°26'25,5" | 105°05'55,2" |
| K2 | Kênh 8000 | 9°28'36,1" | 105°08'08,6" |
| K3 | Kênh 1000 | 9°28'54,2" | 105°07'40,0" |
| K4 | Kênh 1000 | 9°26'51,2" | 105°05'34,8" |
| K5 | Kênh 500 | 9°27'39,6" | 105°06'47,6" |
| K6 | Sông Trẹm | 9°24'34,9" | 105°03'36,7" |

Ngoài ra, để có những thông tin về chất lượng nước phục vụ cho quá trình nuôi và thay nước định kỳ, một số chỉ tiêu bao gồm oxy hòa tan, nhiệt độ, pH, độ trong, độ mặn, độ kiềm, NH₃ và NO₂⁻ được nông hộ đo với chu kỳ 7 ngày/lần sử dụng bộ test kit Sera (Đức). Số liệu được tổng hợp tại Phụ lục 4.1 và 4.2.

2.4.3.2 Phương pháp thu và phân tích mẫu

Phương pháp thu và phân tích mẫu thủy lý hóa:

Mẫu nước được thu đại diện cho thủy vực tại các điểm thu và vận chuyển về phòng thí nghiệm để phân tích. Các chỉ tiêu môi trường nước được phân tích tại Phòng Thí nghiệm Môi trường thủy sản tiên tiến, Khoa Sinh học và Môi trường thủy sản, Trường Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ. Phương pháp thu, bảo quản mẫu và phân tích mẫu được trình bày qua [Bảng 2.2](#).

Bảng 2.2. Chỉ tiêu, phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu nước tại các điểm nước cấp cho ao nuôi tôm - lúa luân canh

| Chỉ tiêu | Phương pháp thu và bảo quản mẫu | Phương pháp phân tích |
|-------------------------------|---|---|
| Nhiệt độ | Đo trực tiếp | Máy đo đa chỉ tiêu HANNA (HI9828) |
| pH | Đo trực tiếp | Máy đo đa chỉ tiêu HANNA (HI9828) |
| Độ muối | Đo trực tiếp | Máy đo đa chỉ tiêu HANNA (HI9828) |
| DO | Đo trực tiếp | Máy đo đa chỉ tiêu HANNA (HI9828) |
| TSS | Trữ lạnh (4°C) | 2540-TSS D. Sấy 103-105 °C (APHA, 2017) |
| Độ kiềm | Trữ lạnh (4°C) | 2320-B. Trung hòa axit (APHA, 2007) |
| BOD ₅ | MnSO ₄ và KI-NaOH | 5210-BOD B. 5-Day BOD Test (APHA, 2017) |
| COD _{Mn} | Cố định dd H ₂ SO ₄ | Kali permanganate (Goh & Lim, 2008). |
| TAN | Trữ lạnh (4°C) | 4500-NH ₃ F. Phenate (APHA, 2017) |
| NO ₂ ⁻ | Trữ lạnh (4°C) | 4500-NO ₂ ⁻ B. Diazonium (APHA, 2017) |
| NO ₃ ⁻ | Trữ lạnh (4°C) | ISO 7890-3:1988 E. Sulfosalicylic acid |
| TN | Trữ lạnh (4°C) | Mẫu được công phá bởi phương pháp Macro-Kjeldahl (4500-Norg B), so màu bằng phương pháp Phenate (4500-NH ₃ F) (APHA, 2017) |
| PO ₄ ³⁻ | Trữ lạnh (4°C) | SnCl ₂ 4500-P-D (APHA, 2017) |
| TP | Trữ lạnh (4°C) | Mẫu được công phá bởi phương pháp Macro-Kjeldahl (4500-Norg B), so màu bằng phương pháp SnCl ₂ (4500-P-D) (APHA, 2017) |

Phương pháp thu và phân tích mẫu thủy sinh vật

❖ Thực vật phù sinh (TVPS)

+ Phương pháp thu mẫu TVPS

Thu mẫu định tính: dùng lưới phù sinh thực vật kích thước mắt lưới 20-30 μm thu ở 5 điểm khác nhau trong ao tôm, thể tích nước qua lưới lọc càng nhiều càng tốt, sau đó cho mẫu thu được vào chai nhựa 200-250 mL và cố định bằng formol ở nồng độ khoảng 2-4%.

Thu mẫu định lượng: Sử dụng phương pháp thu lắng để thu mẫu định lượng thực vật phù sinh. Trước tiên dùng ca nhựa thu ở các điểm khác nhau trong ao tôm và cho lần lượt vào xô nhựa 20 L, khuấy đều và cho mẫu nước vào chai nhựa 1L, sau đó cố định mẫu bằng formol với nồng độ 2-4%.

+ Phương pháp phân tích mẫu TVPS

Phân tích mẫu định tính: Mẫu thực vật phù sinh sau khi thu được để lắng từ 12 - 24 giờ sau đó có thể tiến hành phân tích mẫu để xác định tên các loài TVPS trong các ao tôm bằng phương pháp hình thái. Các tài liệu phân loại chủ yếu gồm [Shirota \(1966\)](#), [Trương Ngọc An \(1993\)](#), [Carmelo et al. \(1996\)](#), [Dương Đức Tiến và Võ Hành \(1997\)](#).

Phân tích mẫu định lượng: Định lượng thực vật phù sinh theo phương pháp của [Boyd and Tucker \(1992\)](#). Ghi lại số lượng tảo đã đếm được theo từng loài cho đến khi tổng số lượng tảo đạt trên 400 cá thể. Mật độ tảo được tính theo công thức:

$$X = \frac{N \times 1000 \times V_{cd} \times 10^3}{T \times V_m \times A}$$

Trong đó: X: số cá thể/L; N: số cá thể đếm được; V_m : thể tích mẫu thu; V_{cd} : thể tích mẫu cô đặc; T: tổng số ô đếm và A: diện tích ô đếm (1 mm²); 1000 là số ô của buồng đếm; 10³ là qui đổi về lít (L).

❖ Động vật phù sinh (ĐVPS)

+ Phương pháp thu mẫu ĐVPS

Thu mẫu định tính: sử dụng lưới phù sinh động vật có dạng hình chóp (kích

thước mắt lưới 60 μm), dưới có gắn chai nhựa 110 mL để thu mẫu động vật phù sinh trong các ao nuôi tôm. Tiến hành thu mẫu ở năm vị trí khác nhau trong ao tôm với thể tích nước qua lưới lọc càng nhiều càng tốt. Mẫu sau khi thu được cho vào chai nhựa 200-250 mL và cố định bằng formol 4-6%.

Thu mẫu định lượng: phương pháp thu lọc được sử dụng để thu mẫu định lượng động vật phù sinh (60 μm) và được tiến hành bằng cách dùng ca nhựa nhỏ thu ở các điểm khác nhau trong ao tôm và vào xô nhựa 20 L, sau đó được lọc qua lưới PSDV với thể tích nước là 200 L. Mẫu sau khi thu cho vào chai nhựa 110 mL và cố định bằng dung dịch Formol 4-6%.

+ Phương pháp phân tích mẫu ĐVPS

Mẫu định tính động vật phù sinh được phân tích bằng phương pháp hình thái để xác định tên các giống/loài động vật phù sinh có trong các ao tôm. Các tài liệu phân loại động vật phù sinh được sử dụng trong nghiên cứu này như [Shirota \(1966\)](#), [Boltovskoy \(1999\)](#), [Nguyễn Văn Khôi \(2001\)](#), [Đặng Ngọc Thanh và cs. \(1980\)](#), [Phan et al. \(2015\)](#). Trong quá trình phân tích mẫu, các giống loài ĐVPS chiếm ưu thế tại các điểm thu mẫu cũng được ghi nhận.

Mẫu định lượng động vật phù sinh được phân tích sử dụng buồng đếm Sedgewick-Rafter theo phương pháp của [Boyd and Tucker \(1992\)](#).

Công thức xác định mật độ ĐVPS:

$$X = \frac{T \times 1000 \times V_{cd} \times 10^6}{A \times N \times V_m}$$

Trong đó: X: mật độ ĐVPS (cá thể/ m^3), T: số cá thể đếm được, V_{cd} : thể tích mẫu cô đặc (mL), A: diện tích 1 ô đếm (1 mm^2), N: số ô đếm (180 ô), V_m : thể tích mẫu thu qua lưới lọc (mL); 1000 là số ô đếm của buồng đếm, 10^6 là qui đổi về m^3 .

❖ Động vật đáy (ĐVD)

+ Phương pháp thu mẫu ĐVD

Định tính thành phần loài và định lượng mật độ ĐVĐ được thu bằng gàu Petersen với tổng cộng 10 gàu cho mỗi điểm khảo sát. Gàu đáy có miệng gàu hình chữ nhật với chiều dài 23 cm và chiều rộng 15 cm nên có diện tích miệng gàu 0,03 m². Mẫu thu được cho lần lượt qua sàng đáy có kích thước mắt lưới 0,5 mm, sau đó sàng lọc và cho vào chai nhựa lớn có thể tích 1,5 L và cố định bằng formol với nồng độ từ 8 - 10%.

+ Phương pháp phân tích ĐVĐ

Định danh thành phần loài ĐVĐ bằng phương pháp hình thái học và mô tả cấu tạo ngoài đối với động vật đáy. Sử dụng các khóa phân loại của các tài liệu đã được công bố như [Đặng Ngọc Thanh và cs. \(1980\)](#), [Thái Thanh Dương \(2003\)](#), [Sangradub and Boosong \(2006\)](#), [Lee et al. \(2015\)](#), [Ng and Davie \(2002\)](#). Mật độ động vật đáy được xác định theo công thức: $D = \frac{X}{S}$. Trong đó: X là số cá thể đếm được, S là diện tích thu mẫu ($S = n \times d$, với n là số gàu thu mẫu và d là diện tích miệng gàu).

Xác định loài ưu thế theo [Moretti and Callisto \(2005\)](#), khi mật độ từ 1-10 c/m²: +; từ 11 - 100 ct/m²: ++ và mật độ từ 101 ct/m² trở lên: +++.

2.4.2.3. Phương pháp xử lý và đánh giá số liệu

Số liệu được ghi nhận tại các điểm thu và xử lý qua các đợt thu mẫu. Các số liệu môi trường được nhập và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excell 2016. Các thông số môi trường nước tại các điểm nghiên cứu được dùng để đánh giá sự biến đổi giữa các tuyến kênh và sông tại các thời điểm khác nhau. Các thông số phân tích được xử lý, đánh giá dựa theo qui chuẩn quốc gia về chất lượng nước mặt QCVN 08:2023/BTNMT. Đối với thực vật phiêu sinh, động vật phiêu sinh và động vật đáy, các thông số được thu thập tại các điểm thu gồm cấu trúc thành phần loài và mật độ cá thể tại từng điểm thu và các đợt thu.

2.4.4 Phương pháp thực nghiệm mô hình tôm - lúa theo hướng hữu cơ

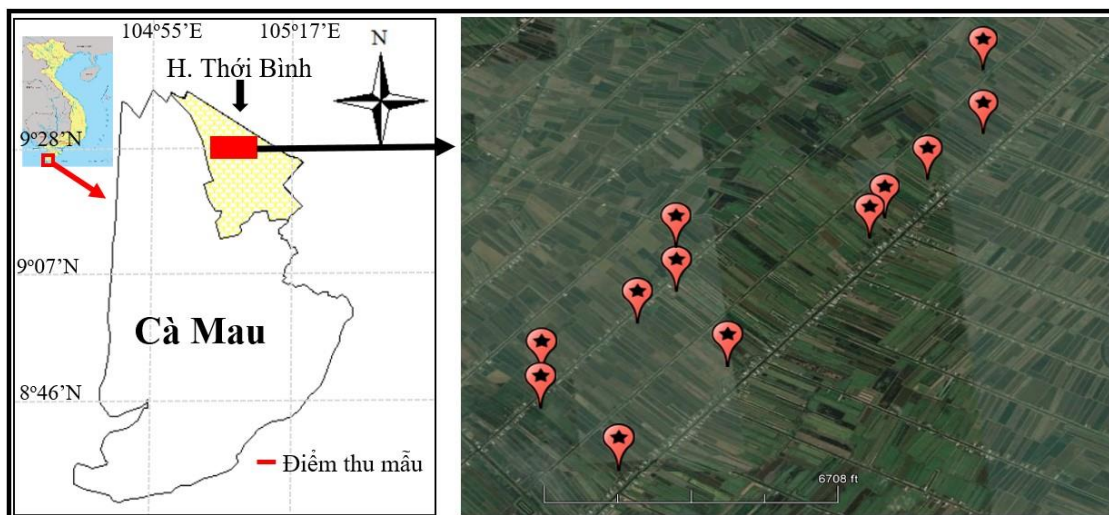
2.4.4.1. Thời gian và địa điểm

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 12/2021-07/2023. Quá trình thực nghiệm được thực hiện trong 2 vụ tôm sú năm 2022 và 2023. Vụ tôm sú 2022 được thực hiện nhằm đúc kết, hoàn chỉnh qui trình để hướng đến triển khai tốt trong vụ 2023. Lịch thời vụ trong quá trình triển khai mô hình được mô tả qua [Hình 2.4](#).

| Mô hình tôm- lúa luân canh | Mùa khô (nước lợ từ 5-30‰) | | | | | | | Giao mùa | Mùa mưa (nước ngọt) | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|---------------------|-------------|---------------------|--------------|------|---------------------------|------|
| | T-1 | T-2 | T-3 | T-4 | T-5 | T-6 | T-7 | | T-8 | T-9 | T-10 | T-11 | T-12 |
| Nuôi tôm sú | Ương giống lần 1 | | | Thu tia. Ương giống lần 2 | | | Thu tôm đợt 2 | Xả mặn | | | | Khảo sát chọn hộ | |
| Trồng lúa | | | | | | | | Rửa mặn | Cải tạo ruộng | Canh tác lúa | | | |
| Tôm càng xanh | | | | | | | | Rửa mặn | x | x | x | x | |

Bảng 2.3. Lịch thời vụ của canh tác tôm - lúa luân canh trong nghiên cứu

Các hộ thực nghiệm được triển khai tại ấp 6 La Cua, xã Biển Bạch Đông, huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau thuộc Hợp tác xã Dân Phát và Hòa Phát với hơn 460 ha. Từ tháng 1 đến tháng 7 là mùa nước lợ do XNM, thời gian này người dân thả nuôi tôm sú, có thể thả từ 1 đến nhiều đợt và có thể thả xen canh với cua tùy điều kiện của nông hộ. Trong khi đó, từ tháng 9-12 là vụ nước ngọt canh tác lúa, và có thể kết hợp xen canh với TCX tùy theo điều kiện canh tác của nông hộ.



Hình 2.5. Sơ đồ vị trí các ao thực nghiệm tại khu vực nuôi tôm - lúa xã Biển Bạch Đông, huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

Nghiên cứu chọn 12 hộ tôm - lúa đại diện trong khu vực để tiến hành thực nghiệm cải tiến kỹ thuật, thu mẫu môi trường nước và bùn đáy để đánh giá (Hình 2.5). Tọa độ các ao thí nghiệm được trình bày qua Bảng 2.4. Các thông tin quá trình nuôi được cập nhật thông qua nhật ký ao nuôi. Trong khi các thông tin về chi phí, thu nhập, sản lượng tôm được tổng hợp vào cuối vụ nuôi. Đối với môi trường nước (thủy lý hóa, thủy sinh vật) các ao nuôi được đánh giá như mô tả ở Mục 2.4.3.2.

Bảng 2.4. Kí hiệu mẫu và tọa độ của các ao tôm - lúa thực nghiệm

| Ký hiệu | Vị trí | |
|---------|---------------|------------------|
| | Vĩ độ bắc (N) | Kinh độ đông (E) |
| Ao 1 | 9°28'35.8" | 105°07'31.5" |
| Ao 2 | 9°28'11.0" | 105°07'35.1" |
| Ao 3 | 9°27'57.7" | 105°07'20.1" |
| Ao 4 | 9°27'46.5" | 105°07'08.6" |
| Ao 5 | 9°27'40.6" | 105°07'04.4" |
| Ao 6 | 9°27'04.9" | 105°06'27.7" |
| Ao 7 | 9°26'37.1" | 105°06'00.6" |

| Ký hiệu | Vị trí | |
|---------|---------------|------------------|
| | Vĩ độ bắc (N) | Kinh độ đông (E) |
| Ao 8 | 9°26'56.0" | 105°05'43.6" |
| Ao 9 | 9°27'06.0" | 105°05'44.3" |
| Ao 10 | 9°27'19.16" | 105°06'7.52" |
| Ao 11 | 9°27'27.9" | 105°06'17.3" |
| Ao 12 | 9°27'41.2" | 105°06'18.1" |

2.4.4.2. Vật liệu nghiên cứu

Tôm giống

Tôm giống được mua ở Công ty giống Thủy sản Thảo Nguyên được kiểm dịch, xét nghiệm đảm bảo chất lượng tôm sạch bệnh và khỏe mạnh. Số giống thả trình bày qua [Bảng 2.5](#).

Bảng 2.5. Số lượng tôm thả ở các ao thực nghiệm

| Ao | Ký hiệu | Nhóm 2023 | Mật độ thả (con/m ²) | Số đợt thả | Số giống/đợt (con/ao) |
|-------|---------|-----------|----------------------------------|------------|-----------------------|
| Ao 1 | A1 | 3 | 3 | 2 | 54.000 |
| Ao 2 | A2 | 3 | 3 | 2 | 54.000 |
| Ao 3 | A3 | 2 | 3 | 2 | 54.000 |
| Ao 4 | A4 | 2 | 3 | 2 | 54.000 |
| Ao 5 | A5 | 2 | 3 | 2 | 54.000 |
| Ao 6 | A6 | 2 | 3 | 2 | 51.000 |
| Ao 7 | A7 | 1 | 3 | 2 | 81.000 |
| Ao 8 | A8 | 1 | 3 | 2 | 45.000 |
| Ao 9 | A9 | 3 | 3 | 2 | 54.000 |
| Ao 10 | A10 | 1 | 3 | 2 | 54.000 |
| Ao 11 | A11 | 1 | 3 | 2 | 51.000 |
| Ao 12 | A12 | 3 | 3 | 2 | 54.000 |

Chế phẩm sinh học

○ *Nguồn gốc các dòng lợi khuẩn sử dụng trong thực nghiệm*

Chế phẩm vi sinh được sử dụng trong thực nghiệm là sản phẩm của dự án Nâng cấp Trường Đại học Cần Thơ sử dụng nguồn vốn vay ODA Nhật Bản. Chương trình nghiên cứu F5. Quy trình phân lập, sàng lọc và nuôi sinh khối được mô tả trong “Quy trình kỹ thuật: Quan trắc và phát triển các dòng vi khuẩn có lợi cho quản lý chất lượng nước trong nuôi trồng thủy sản” (Vũ Ngọc Út và cs., 2022). Ngoài ra dòng lợi khuẩn *Bacillus subtilis* CM3.1 đã được công bố bởi [Truong et al. \(2021\)](#). Sản phẩm ở dạng bột chứa hai dòng lợi khuẩn *B. subtilis* CM3.1 and *B. pumilus* CM2.2 với mật độ 10^8 CFU/g cho mỗi dòng lợi khuẩn. Sản phẩm dạng bột được phát triển dành riêng cho quá trình thực nghiệm tại PTN Chế phẩm sinh học thủy sản, Khoa Sinh học và Môi trường thủy sản, Trường Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ. Trong đó, lợi khuẩn *Bacillus* được chuyển sang ở dạng bào tử sau khi xử lý nhiệt, với chất mang là Dolomite ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) nên sản phẩm rất phù hợp cho thực nghiệm mô hình tôm-lúa theo hướng hữu cơ.

○ *Quy trình ủ tăng sinh chế phẩm sinh học ở ao thực nghiệm*

Sản phẩm vi sinh dạng bột được đóng gói và sẵn sàng cho mỗi lần ủ. Quá trình ủ tăng sinh được thực hiện như sau:

+ Nguyên vật liệu: mật rỉ đường, cám gạo, men vi sinh dạng bột (mật độ *Bacillus* sp. $> 10^8$ CFU/g), thùng nhựa 60 lít, máy thổi ôxy, nước uống đóng chai (hoặc nước sạch). Tuyệt đối không được sử dụng nước ao tôm để ủ vi sinh.

+ Quy trình ủ men vi sinh: Vệ sinh thùng sạch sẽ trước khi ủ. Cho 800g mật rỉ đường vào thùng nhựa 100 lít. Thêm vào 2 lít nước đun sôi để nguội vào thùng, khuấy đều để hòa tan mật đường. Sau đó bổ sung 40 lít nước sạch (tốt nhất nên sử dụng nước lọc), 1 kg cám gạo và 20 g men vi sinh. Khuấy đều và sục khí liên tục trong 48 giờ trước khi sử dụng. Quá trình thực hiện ở nhiệt độ phòng. Mẫu vi sinh ủ được thu mẫu và kiểm tra bởi Phòng Thí nghiệm Chế phẩm sinh học thủy sản, Trường Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.

+ Liều lượng sử dụng 20 lít/ha.

Thức ăn bổ sung có nguồn gốc hữu cơ

Trong thực nghiệm, nhóm ao có bổ sung thức ăn là cá tạp (chủ yếu là cá rô phi) trong ao được nấu chín và chà nhỏ cho ăn 2 ngày/lần, với khối lượng 2kg/ha. Thường xuyên theo dõi lượng thức ăn thừa thông qua quan sát hoạt động bắt mồi và tiêu thụ thức ăn để điều chỉnh cho phù hợp. Ngoài ra, lúa mầm cũng được sử dụng với liều lượng 2-3 kg/ha, chu kỳ cho ăn 2-7 ngày/lần tùy theo mức độ tiêu thụ của tôm.

2.4.4.3. Triển khai thực nghiệm

Tiêu chí chọn ao thử nghiệm

Các tiêu chí được áp dụng để lựa chọn ao thử nghiệm dựa trên

+ Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-6:2018 do Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố

+ Chứng nhận hữu cơ theo tiêu chuẩn châu Âu (Organic EU)

+ Các Quy trình kỹ thuật đã được biên soạn trước đây

+ Khảo sát thực tế

Các ao thực nghiệm được chọn lựa dựa trên các tiêu chí cơ bản bao gồm diện tích ao dao động từ 2-3 ha, chân bờ 4-5 m, mặt bờ 3-4 m; tỉ lệ mương bao dao động từ 20-30% diện tích ao, độ sâu mương bao ở mức nước từ 1,0-1,2m, có bờ cao hơn mức thủy triều hàng năm từ 0,5 m trở lên; có khả năng giữ nước tốt và mức nước trên trảng từ 50-70 cm; có khả năng cấp thoát nước tốt, có cống cấp và thoát nước riêng biệt tùy theo đặc điểm địa hình của từng hộ mô hình; ao ương (nếu có), có nguồn nước cấp dễ dàng cho việc thực hiện mô hình.

Theo các tiêu chí trên, NCS lựa chọn các ao thuộc HTX đã sử dụng sản xuất tôm - lúa trong nhiều năm nay và đã áp dụng sản xuất lúa tôm theo tiêu chuẩn hữu cơ Việt Nam trong những năm trước. Đặc điểm cơ bản của các ao được trình bày tại [Bảng 2.6](#).

Bố trí các ao thực nghiệm

Quá trình nuôi được tuân thủ theo hướng hữu cơ (bản dự thảo Hướng dẫn thực hành nuôi tôm-lúa theo hướng hữu cơ đã được điều chỉnh, bổ sung theo góp ý của các bên liên quan). Các ao thực nghiệm được chia là 3 nhóm: (i) **Nhóm 1:** được thực nghiệm trên 4 ao, nuôi theo qui trình truyền thống, không theo hướng dẫn của qui trình hướng tới hữu cơ; (ii) **Nhóm 2:** được thực nghiệm trên 4 ao, hộ nuôi theo hướng dẫn của qui trình theo hướng hữu cơ. Bổ sung vi sinh định kỳ 7-15 ngày/lần hoặc theo tình huống. Không cho ăn bổ sung trong quá trình nuôi. Sau 2-3 tháng bắt đầu thu tỉa tôm khi tôm đạt kích cỡ thương phẩm; và (iii) **Nhóm 3:** được thực nghiệm trên 4 ao, hộ nuôi theo hướng dẫn của qui trình theo hướng hữu cơ. Bổ sung vi sinh định kỳ 7-15 ngày/lần hoặc theo tình huống. Ngoài ra, hộ nuôi có thể bổ sung thêm thức ăn có nguồn gốc hữu cơ như là cá tạp khai thác trong ao được nấu chín, lúa mầm... trong quá trình nuôi. Sau 2-3 tháng bắt đầu thu tỉa khi tôm đạt kích cỡ thương phẩm. Các ao nuôi tuyệt đối không sử dụng thức ăn viên công nghiệp cho tôm ăn trong quá trình nuôi.

2.4.4.4. Các điểm chính của qui trình nuôi

Qui trình nuôi theo hướng hữu cơ được xây dựng theo các nguyên tắc cơ bản của tiêu chuẩn hữu cơ Châu Âu (EU Organic) và tham khảo tiêu chuẩn Tôm hữu cơ của Việt Nam theo TCVN 11041-8:2018 Nông nghiệp hữu cơ - Phần 8: tôm hữu cơ.

Bảng 2.6. Thông tin về kỹ thuật các ao nuôi tôm - lúa thực nghiệm ở xã Biển Bạch Đông, huyện Thới Bình

| Thực nghiệm năm 2022 | Thực nghiệm năm 2023 | Ao | Ký hiệu | Tổng diện tích ao (ha) | Diện tích mặt nước (ha) | Ao ương (m ²) | Mương bao | | | Độ sâu mực nước trắng (m) |
|----------------------|----------------------|-------|---------|------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|------------|---------------------|---------------------------|
| | | | | | | | Chiều rộng (m) | Độ sâu (m) | Tỉ lệ mương bao (%) | |
| Nhóm 1 | Nhóm 3 | Ao 1 | A1 | 2 | 1,8 | 2.000 | 4 | 1,2 | 20 | 0,6 |
| Nhóm 2 | Nhóm 3 | Ao 2 | A2 | 2 | 1,8 | 1.000 | 4 | 1,3 | 30 | 0,5 |
| Nhóm 1 | Nhóm 2 | Ao 3 | A3 | 2 | 1,8 | 1.000 | 3 | 1,5 | 20 | 0,6 |
| Nhóm 3 | Nhóm 2 | Ao 4 | A4 | 2 | 1,8 | - | 3 | 1,4 | 30 | 0,5 |
| Nhóm 2 | Nhóm 2 | Ao 5 | A5 | 2 | 1,8 | 1.500 | 3 | 1,2 | 20 | 0,5 |
| Nhóm 3 | Nhóm 2 | Ao 6 | A6 | 2 | 1,7 | 700 | 4 | 1,6 | 25 | 0,4 |
| Nhóm 1 | Nhóm 1 | Ao 7 | A7 | 3 | 2,7 | 1.000 | 3 | 1,4 | 25 | 0,5 |
| Nhóm 2 | Nhóm 1 | Ao 8 | A8 | 2 | 1,5 | - | 3 | 1,5 | 20 | 0,5 |
| Nhóm 3 | Nhóm 3 | Ao 9 | A9 | 2 | 1,8 | - | 3 | 1,2 | 20 | 0,6 |
| Nhóm 2 | Nhóm 1 | Ao 10 | A10 | 2 | 1,8 | 500 | 3 | 1,4 | 20 | 0,6 |
| Nhóm 3 | Nhóm 1 | Ao 11 | A11 | 2 | 1,7 | 1.000 | 4 | 1,3 | 20 | 0,5 |
| Nhóm 1 | Nhóm 3 | Ao 12 | A12 | 2 | 1,8 | 1.000 | 3 | 1,4 | 20 | 0,5 |

2.4.4.5. Chỉ tiêu và phương pháp phân tích, đánh giá

Chất lượng môi trường nước trong các ao thực nghiệm

○ Các yếu tố thủy lý hóa

Phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu nước các chỉ tiêu nhiệt độ, pH, độ muối, DO, TSS, độ kiềm, BOD₅, TAN, NO₂⁻, NO₃⁻, TN, PO₄³⁻, và TP được thực hiện như mô tả [Bảng 2.2](#) ([Mục 2.4.3.2](#)). Ngoài ra, môi trường nước cũng được phân tích tổng S²⁻, chlorophyll-a, và bùn đáy trên mương và trắng trong các ao được thu và phân tích, phương pháp được trình bày qua [Bảng 2.7](#).

Bảng 2.7. Phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu tổng S²⁻ và bùn đáy trong các ao nghiên cứu thực nghiệm

| Chỉ tiêu | Phương pháp thu và bảo quản mẫu | Phương pháp phân tích |
|--|---------------------------------|---|
| Chất lượng nước ao nuôi | | |
| S ²⁻ | Zn-acetate + NaOH | 4500-S ²⁻ D. Methylene Blue (APHA, 2017) |
| Chlorophyll-a | Trữ lạnh (4°C) | 10200H. Chiết xuất acetone (APHA, 2017) |
| Chất lượng bùn trên trắng và bùn đáy mương bao | | |
| Vật chất hữu cơ trong bùn đáy trắng, mương bao (TOM) | Trữ lạnh (4°C) | Đốt ở 550°C (Nelson & Sommers, 1996) |
| Tổng nitơ trong bùn đáy trắng, mương bao (TN _{Trắng} , TN _{Mương}) | Trữ lạnh (4°C) | Công phá mẫu bởi phương pháp Macro-Kjeldahl (4500-Norg B), so màu phương pháp Phenate (4500-NH ₃ F) (APHA, 2017) |
| Tổng phospho trong bùn đáy trắng, mương bao (TP _{Trắng} , TP _{Mương}) | Trữ lạnh (4°C) | Công phá mẫu bởi phương pháp Macro-Kjeldahl (4500-Norg B), so màu phương pháp SnCl ₂ (4500-P-D) (APHA, 2017) |

○ Các yếu tố thủy sinh, thức ăn tự nhiên

Thực vật phù sinh (TVPS), động vật phù sinh (ĐVPS), động vật đáy (ĐVD):
Phương pháp thu mẫu, bảo quản và phân tích mẫu: xem [Mục 2.4.3.2](#).

○ *Hiệu quả kinh tế*

Hiệu quả kinh tế từ vụ nuôi tôm-lúa luân canh được đánh giá như sau:

Tổng chi phí = Chi phí biến đổi + Chi phí cố định

Trong đó: Chi phí biến đổi bao gồm vật tư (tôm giống, vôi bột, phân bón hữu cơ, thuốc sinh học, nhiên liệu (xăng dầu bơm cấp nước...) và công lao động thuê bao gồm làm đất (sên vét, xới, trục, san sửa bờ ao), bơm nước, thu hoạch, vận chuyển... Chi phí cố định trong mô hình chủ yếu là khấu hao thiết bị như là máy bơm nước.

Tổng thu từ tôm sú = Đơn giá × Sản lượng

Lợi nhuận từ tôm sú = Tổng thu - Tổng chi phí

Giá thành sản xuất = Tổng chi phí/Sản lượng tôm thu hoạch

2.4.4.6. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được nhập và xử lý bằng phần mềm Microsoft Excell 2016. Số liệu được ghi nhận tại các ao thực nghiệm và xử lý qua trung bình theo nhóm ao (đôi chứng-nhóm 1; sử dụng vi sinh định kỳ-nhóm 2; và sử dụng vi sinh định kỳ kết hợp cho ăn bổ sung-nhóm 3) qua các đợt thu mẫu. Các thông số môi trường nước tại các ao được đánh giá tại các thời điểm khác nhau, bao gồm đo các chỉ tiêu cơ bản mỗi 7 ngày/đợt được mô tả ở [Mục 2.4.3.1](#). Các thông số phân tích được xử lý, đánh giá theo các tiêu chuẩn chất lượng nước đối với động vật thủy sản của các nhà khoa học công bố trên các công trình nghiên cứu trước đây. Đối với thực vật phù sinh, động vật phù sinh và động vật đáy, cấu trúc thành phần loài và mật độ cá thể tại từng điểm thu và các đợt thu được đánh giá. Do đặc thù của mô hình là thả giống nhiều đợt nên sản lượng, năng suất, chi phí và lợi nhuận chỉ được đánh giá vào cuối vụ tôm vào tháng 7-8 thông qua các kết quả ghi nhận trong suốt quá trình nuôi.

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng kỹ thuật và kinh tế-xã hội của mô hình nuôi tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

3.1.1. Yếu tố kỹ thuật của mô hình nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình

Qua điều tra 152 hộ sản xuất tôm - lúa, trong đó có 135 hộ sản xuất theo mô hình tôm-lúa có thả thêm cua (88,91%) gọi là mô hình tôm cua và có 17 hộ sản xuất mô hình tôm-lúa không thả thêm cua (11,19%) gọi là mô hình tôm đơn. Qua đó cho thấy mô hình tôm-cua được nuôi phổ biến tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau. Nguyên nhân là khi mô hình sản xuất kết hợp đa loài sẽ đa dạng hóa thu nhập cũng như góp phần tăng thu nhập cho nông hộ cao hơn khi nuôi đơn loài.

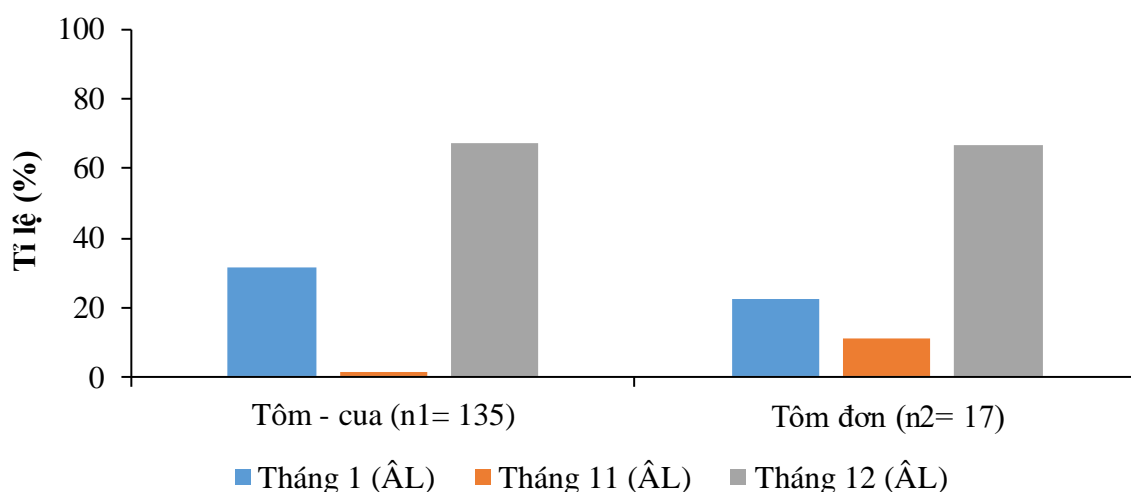
Kết quả nghiên cứu ở [Bảng 3.1](#) cho thấy, diện tích ao nuôi trung bình của mô hình tôm-cua (2,45 ha/hộ) có xu hướng rộng hơn mô hình tôm đơn (1,62 ha/hộ). Ngoài ra, các yếu tố về công trình ao nuôi, thời gian cải tạo đều đảm bảo được yêu cầu về kỹ thuật ([Bảng 3.1](#)).

Bảng 3.1. Các chỉ tiêu kỹ thuật của các mô hình nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

| Thông tin kỹ thuật | Tôm-cua (n1=135) | Tôm đơn (n2=17) |
|---|-------------------|-----------------|
| Diện tích ruộng trung bình (ha/ao) | 2,45±1,67 | 1,62±0,56 |
| Diện tích ao ương giống (m ²) | 1,348,11±1,139,48 | 687,50±375,00 |
| Độ sâu mương bao (m) | 1,41±0,15 | 1,39±0,12 |
| Độ sâu mặt ruộng (m) | 0,52±0,09 | 0,49±0,06 |
| Tỷ lệ mương bao (%) | 23,01±3,88 | 22,94±4,70 |
| Thời gian phơi ao (ngày) | 7,62±3,97 | 7,35±3,51 |
| Độ mặn trung bình (‰) | 11,83±5,67 | 14,69±5,97 |
| pH | 7,69±0,35 | 7,83±0,33 |
| Độ kiềm | 117,84±46,65 | 140,00±1,00 |
| Thả giống tôm sú sau khi cải tạo (ngày) | 4,07±3,95 | 3,71±3,27 |
| Kích cỡ tôm giống (PL) | 12-30 | 12-20 |

| Thông tin kỹ thuật | Tôm-cua (n1=135) | Tôm đơn (n2=17) |
|---|-------------------------|------------------------|
| Số đợt thả giống tôm sú (đợt/năm) | 3,19±1,11 | 2,82±0,88 |
| Khoảng cách giữa các đợt thả (ngày) | 45,81±17,22 | 41,47±10,72 |
| Mật độ thả giống tôm sú (con/m ² /năm) | 1,55±0,85 | 2,22±2,40 |
| Thời gian thu tỉa sau thả giống (ngày) | 84,26±12,15 | 81,76±12,74 |
| Kích cỡ thu hoạch tôm sú (con/kg) | 35,29±5,88 | 35,94±6,04 |
| Năng suất tôm sú nuôi (kg/ha/năm) | 189,20±118,24 | 196,75±164,17 |
| Thả cua giống sau khi thả tôm giống (ngày) | 18,88±16,27 | - |
| Giá cua giống (đồng/con) | 315,67±41,94 | - |
| Năng suất cua nuôi (kg/ha/năm) | 118,16±33,04 | - |

Giá trị thể hiện (TB±STD); n1; n2: thể hiện số quan sát được phỏng vấn.

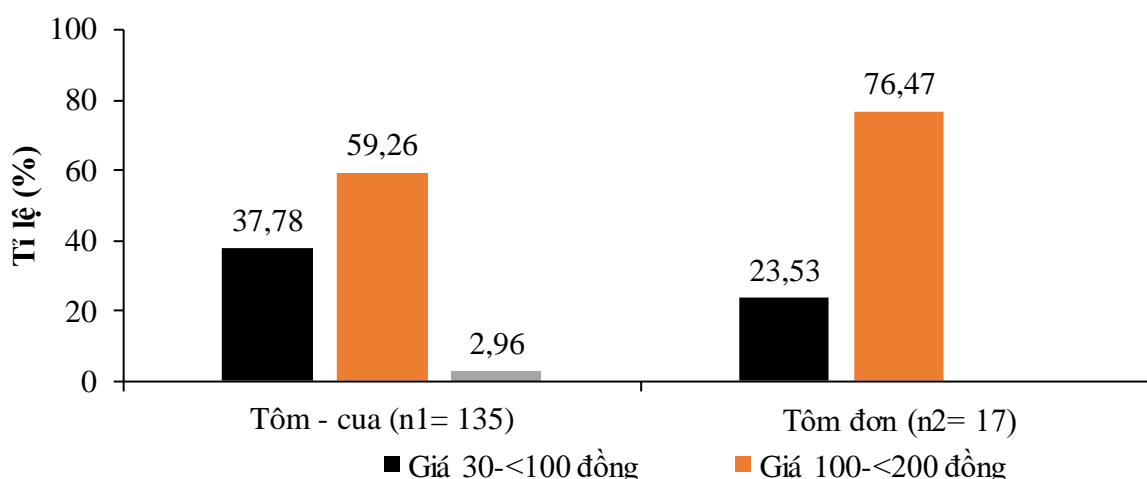


Hình 3.1. Mùa vụ thả tôm sú của mô hình tôm - lúa tại huyện Thới Bình

Thời vụ bắt đầu thả giống tôm sú trong mô hình tôm - lúa tại huyện Thới Bình chủ yếu bắt đầu vào tháng 12 âm lịch (ÂL) ở mô hình tôm-cua là 67,12% số hộ còn mô hình tôm đơn là 66,67% số hộ (Hình 3.1). Điều này cũng phù hợp với các nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Quyên và cs. (2022) mô hình tôm - lúa tại Cà Mau thường thả giống tôm sú tập trung từ tháng 11 (ÂL) và kéo dài mùa vụ nuôi tôm đến tháng 6 và tháng 7 (ÂL), một số địa phương khác có thể dịch chuyển thời gian thả giống sang tháng 1 (ÂL) do điều kiện XNM, lượng mưa và các yếu tố môi trường khác.

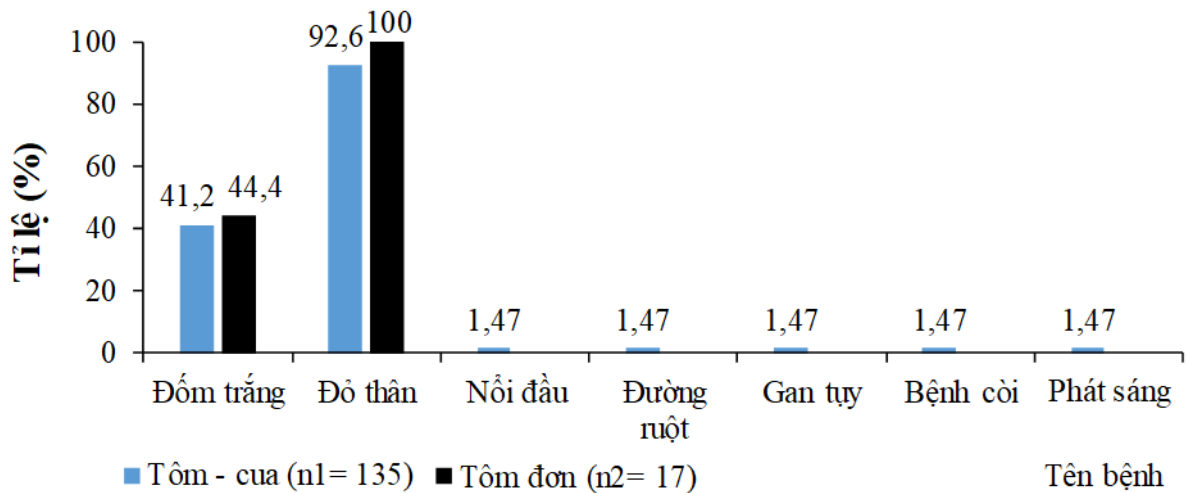
Về mặt kỹ thuật nuôi tôm sú cho thấy, thời gian các hộ nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình thả tôm giống (PL) có kích cỡ dao động từ 12-30 ngày của mô hình tôm-cua và PL 12-20 ngày đối với mô hình tôm đơn. Điều này có nghĩa là mô hình tôm-cua thường thả giống có kích cỡ lớn hơn được mua từ các trại ương trong ao đất khoảng 15 ngày hoặc mua con giống 12 ngày tuổi về thả ương khoảng 10 ngày mới thả ra ao nuôi. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của [Võ Nam Sơn và cs. \(2018\)](#) là các hộ nuôi tôm - lúa chọn lựa tôm giống ương từ ao đất từ 7-10 ngày đạt kích cỡ PL21 về thả nuôi và sau đó kết hợp với thả của giống trong mô hình tôm - lúa.

Giá tôm sú giống cũng tùy thuộc vào kích cỡ tôm giống mà nông hộ mua và dao động từ 30-900 đồng/con ([Hình 3.2](#)).



Hình 3.2. Giá mua tôm sú giống thả nuôi các mô hình tôm - lúa

Mô hình nuôi tôm-cua có số đợt thả giống trung bình là 3,19 đợt/năm với khoảng cách giữa các đợt thả giống là 46 ngày và mô hình tôm đơn là 2,28 đợt/năm và khoảng cách giữa các đợt thả là 41 ngày. Mật độ thả giống tôm sú của mô hình tôm-cua trung bình là 1,55 con/m² và mô hình tôm đơn là 2,22 con/m². Các kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy mật độ nuôi tôm sú trong mô hình tôm - lúa dao động trung bình là 2,9-4,78 con/m² ([Nguyễn Thùy Trang và cs., 2018](#); [Nguyễn Thị Kim Quyên và cs., 2022](#)) và mật độ thả giống cũng là yếu tố quan trọng có tương quan thuận với năng suất tôm thu hoạch có nghĩa là xu hướng tăng mật độ thả nuôi sẽ có xu hướng tăng năng suất tôm thu hoạch ([Ngô Tiên Chương và cs., 2019](#)).



Hình 3.3. Các loại bệnh xuất hiện của các mô hình nuôi tôm

(Ghi chú: một nông hộ có thể ghi nhận nhiều hơn một loại bệnh trên tôm. Tên bệnh, triệu chứng do nông hộ quan sát cảm quan, và ghi nhận theo kinh nghiệm).

Kết quả thống kê nhiều chọn lựa của các loại bệnh nhằm đánh giá tần suất xuất hiện của các loại bệnh ở Hình 3.3 cho thấy, một số loại bệnh phổ biến như bệnh đỏ thân với tần suất xuất hiện ở mô hình tôm-cua là 92,65% số hộ trả lời và mô hình tôm đơn là 100% số hộ trả lời. Tiếp theo là bệnh đốm trắng với tần suất xuất hiện 41,18% số hộ trả lời ở mô hình tôm-cua và 44,44% của mô hình tôm đơn, ngoài ra còn một loại bệnh khác xuất hiện với tần suất thấp ở mô hình tôm-cua (1,47% trả lời) như: thiếu oxy, bệnh đường ruột, hoại tử gan tụy, bệnh còi và bệnh phát sáng. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Công Thành và cs. (2014) khi cho rằng mô hình tôm - lúa có các loại bệnh phổ biến như đốm trắng, đầu vàng và bệnh đỏ thân.

Sau thời gian thả giống khoảng 84 ngày (mô hình tôm-cua) và 82 ngày (mô hình tôm đơn) thì tiến hành thu tía với kích cỡ thu hoạch trung bình cả hai mô hình là 35-36 con/kg. Trong khi, kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Quyên và cs. (2022) thì thời gian thu hoạch trung bình là 120 ngày với kích cỡ thu hoạch bình quân là 31,2 con/kg. Như vậy có thể thấy nghiên cứu này số ngày nuôi cho đến thu tía ngắn hơn so với các nghiên cứu trước đây. Điều này cũng phù hợp với điều kiện thời tiết

khắc nghiệt, khó khăn hơn trong những năm gần đây, nên khi tôm đạt kích cỡ thương phẩm, có giá là nông hộ thu tĩa ngay không chờ đến kích cỡ lớn để tránh rủi ro.

Kết quả khảo sát cho thấy năng suất trung bình mô hình tôm-cua là 189,20 kg/ha/năm và mô hình tôm đơn 196,75 kg/ha/năm. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu trước đây là năng suất tôm dao động 181,80 đến 229,3 kg/ha/năm (Nguyễn Công Thành và cs., 2014; Nguyễn Thùy Trang và cs., 2018; Nguyễn Thị Kim Quyên và cs., 2022) trong khi kết quả này thấp hơn so với nghiên cứu của Trương Hoàng Minh và cs. (2013) là năng suất trung bình mô hình nuôi tôm-lúa truyền thống là 232 kg/ha/năm. Bên cạnh đó năng suất cua trong mô hình tôm-cua bình quân là 118,16 kg/ha/năm, kết quả này tương đương với nghiên cứu của (Dương Thị Thu Vân, 2014; Võ Nam Sơn và cs., 2018) cho năng suất cua là 141-192 kg/ha/năm. Qua đó cho thấy, mô hình QCCT có thể nuôi kết hợp với cua và TCX nhằm đa dạng nguồn thu nhập cũng như giảm rủi ro trong sản xuất và cho thu nhập ổn định hơn cho người dân.

Bảng 3.2. Khía cạnh kỹ thuật nuôi TCX kết hợp của các mô hình nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

| Thông tin kỹ thuật TCX | Tôm-cua (n1=135) | Tôm đơn (n2=17) |
|--|-------------------------|------------------------|
| Thả giống TCX sau khi cải tạo (ngày) | 4,48±1,74 | 5,00±2,56 |
| Mật độ thả giống TCX (con/m ² /năm) | 2,28±1,89 | 3,40±5,05 |
| Thời gian thu hoạch (ngày) | 163,35±55,05 | 184,00±18,05 |
| Kích cỡ thu hoạch TCX (con/kg) | 7,94±13,13 | 9,00±11,98 |
| Năng suất TCX nuôi (kg/ha/năm) | 158,81±188,71 | 219,02±117,82 |

Giá trị thể hiện (TB+STD); n1; n2: thể hiện số quan sát được phỏng vấn.

Kết quả ở **Bảng 3.2** cho thấy TCX thả nuôi cùng với chu kỳ sản xuất lúa của mô hình tôm-cua là 2,28 con/m² và mô hình tôm đơn là 3,40 con/m². Thu hoạch được tiến hành sau khoảng 163,35 ngày đối với mô hình tôm-cua, với kích cỡ thu hoạch trung bình là 7,94 con/kg và mô hình tôm đơn là 184 ngày với kích cỡ thu hoạch là 9,0 con/kg. Năng suất TCX trung bình của cả hai mô hình lần lượt là 158,81 và 219,02

kg/ha/năm. Kết quả nghiên cứu này cũng tương đương với mô hình nuôi tôm - lúa có thả TCX kết hợp tại Cà Mau là 167,40 kg/ha/năm (Võ Nam Sơn và cs., 2018).

3.1.2. Phân tích yếu tố kinh tế-xã hội của các mô hình nuôi tôm - lúa tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

3.1.2.1 Yếu tố tài chính của mô hình nuôi tôm - lúa

Kết quả ở **Bảng 3.3** cho thấy tổng chi phí sản xuất của mô hình tôm-cua là 26,24 triệu đồng/ha/năm và mô hình tôm đơn là 29,51 triệu đồng/ha/năm, trong đó chi phí biến đổi của mô hình tôm-cua là 24,03 triệu đồng/ha/năm và mô hình tôm đơn là 26,50 triệu đồng/ha/năm. Cơ cấu chi phí biến đổi của mô hình cho thấy con giống chiếm tỷ trọng cao nhất 42,94% của mô hình tôm-cua và 51,92% của mô hình tôm đơn, tiếp đến là chi phí cải tạo chiếm 31,07% mô hình tôm-cua và 20,08% mô hình tôm đơn. Ngoài ra còn một số chi phí khác nhưng chiếm tỷ trọng thấp của cả hai mô hình gồm: chi phí vôi, nhiên liệu, thuốc hóa chất và chi phí phân bón gây màu nước.

Bảng 3.3. Chi phí và cơ cấu chi phí sản xuất của các mô hình tôm - lúa

| Yếu tố chi phí | Tôm-cua (n1=135) | Tôm (n2=17) | đơn |
|---------------------------------------|---------------------|----------------|-----|
| 1. Tổng chi phí mô hình (Tr.đ/ha/năm) | 26,24±8,34 | 29,51±11,26 | |
| 2. CP cố định (Tr.đ/ha/năm) | 2,21±1,03 | 3,01±1,32 | |
| 3. CP biến đổi (Tr.đ/ha/năm) | 24,03±5,15 | 26,50±6,14 | |
| 4. Cơ cấu chi phí biến đổi (%) | 100 | 100 | |
| -Con giống | 42,94 | 51,92 | |
| - Sên vét, cải tạo | 31,07 | 20,08 | |
| - Vôi | 6,31 | 8,38 | |
| - Nhiên liệu | 6,43 | 8,11 | |
| - Thuốc hóa chất | 6,93 | 6,64 | |
| - Phân bón | 6,32 | 4,87 | |

Giá trị thể hiện (TB+ĐLC); n1; n2: thể hiện số quan sát được phỏng vấn.

Bảng 3.4 cho thấy, mô hình tôm-cua có tổng thu nhập từ hoạt động sản xuất của toàn bộ mô hình là 71,06 triệu đồng/ha/năm, trong đó thu nhập từ tôm sú và cua là 44,6 triệu đồng/ha/năm, thu nhập từ tôm càng xanh là 16,27 triệu đồng/ha/năm và thu nhập từ sản xuất lúa là 10,19 triệu đồng/ha/năm. Mô hình tôm đơn có tổng thu nhập từ các hoạt động sản xuất là 68,85 triệu đồng/ha/năm, trong đó thu nhập từ tôm sú là 34,13 triệu đồng/ha/năm, thu nhập từ tôm càng xanh là 22,19 triệu đồng/ha/năm và thu nhập từ sản xuất lúa là 12,53 triệu đồng/ha/năm. Kết quả này tương đương với nghiên cứu của [Nguyễn Thùy Trang và cs. \(2018\)](#) khi mô hình tôm - lúa có thu nhập trung bình là 58,07 triệu đồng/ha/năm, nghiên cứu của [Đoàn Doãn Tuấn và Trần Việt Dũng \(2019\)](#) thì thu nhập từ mô hình tôm lúa là 90 triệu đồng/ha/năm. Trong khi nghiên cứu của [Nguyễn Thị Kim Quyên và cs. \(2022\)](#) thì thu nhập mô hình tôm lúa là 47,4 triệu đồng/ha/năm thấp hơn so với nghiên cứu này. Qua đó cho thấy, mô hình tôm-lúa ở vùng ĐBSCL rất đa dạng về loài kết hợp như TCX, cua và mật độ thả khác nhau nên có mức thu nhập rất khác nhau tùy theo đặc điểm của mô hình canh tác. Bên cạnh, số quan sát (n) giữa các nghiên cứu cũng ảnh hưởng đến kết quả.

Bảng 3.4. Yếu tố tài chính của các mô hình tôm-lúa tại huyện Thới Bình

| Yếu tố tài chính | Tôm-cua (n1=135) | Tôm (n2=17) | đơn |
|--|-------------------------|--------------------|------------|
| 1. Tổng chi phí mô hình (Tr.đ/ha/năm) | 26,24±8,34 | 29,51±11,26 | |
| 2. Thu nhập của mô hình (Tr.đ/ha/năm) | 71,06±18,16 | 68,85±22,22 | |
| 2.1. Tôm sú + cua (Tr.đ/ha/năm) | 44,60±14,25 | 34,13±16,72 | |
| 2.2. Tôm càng Xanh (Tr.đ/ha/năm) | 16,27±9,63 | 22,19±5,81 | |
| 2.3. Lúa (Tr.đ/ha/năm) | 10,19±5,12 | 12,53±8,62 | |
| 3. Lợi nhuận của mô hình (Tr.đ/ha/năm) | 44,82±14,64 | 39,34±16,74 | |
| 3.1. Tôm sú + cua (%) | 71,6 | 58,5 | |
| 3.2. Tôm càng xanh (%) | 24,1 | 31,8 | |
| 3.3. Lúa (%) | 4,3 | 9,7 | |
| 4. Tỷ suất lợi nhuận mô hình (lần) | 1,71 | 1,33 | |
| 4.1. Tôm sú + cua (lần) | 2,56 | 2,07 | |

| | | |
|--------------------------|------|------|
| 4.2. Tôm càng xanh (lần) | 1,98 | 1,30 |
| 4.3. Lúa (lần) | 0,23 | 0,44 |
| 5. Tỷ lệ lỗ vốn (%) | 9,63 | 0,00 |

Giá trị thể hiện (TB+STD); n1; n2: thể hiện số quan sát được phỏng vấn.

Lợi nhuận thu được từ mô hình tôm-cua là 44,82 triệu đồng/ha/năm, trong đó lợi nhuận từ tôm và cua chiếm 71,6% tổng lợi nhuận của mô hình, lợi nhuận từ tôm càng xanh chiếm 24,1 % tổng lợi nhuận của mô hình và lợi nhuận từ lúa chiếm 4,3% tổng lợi nhuận của mô hình. Đối với mô hình tôm đơn thu về lợi nhuận là 39,34 triệu đồng/ha/năm, trong đó lợi nhuận từ tôm chiếm 58,5% tổng lợi nhuận của mô hình, lợi nhuận từ tôm càng xanh chiếm 31,9 % tổng lợi nhuận của mô hình và lợi nhuận từ lúa chiếm 9,7% tổng lợi nhuận của mô hình.

Tỷ suất lợi nhuận bình quân của hộ áp dụng mô hình nuôi tôm-cua là 1,71 lần, trong đó tỷ suất lợi nhuận từ nuôi tôm và cua là 2,56 lần, nuôi tôm càng xanh là 1,98 lần và tỷ suất lợi nhuận từ trồng lúa là 0,23 lần. Đối với mô hình tôm đơn thì tỷ suất lợi nhuận chung của cả mô hình là 1,33 lần, trong đó tỷ suất lợi nhuận từ nuôi tôm là 2,07 lần, nuôi TCX là 1,30 lần và tỷ suất lợi nhuận từ trồng lúa là 0,44 lần. Theo [Nguyễn Thị Kim Quyên và cs. \(2022\)](#) thì tỷ suất lợi nhuận mô hình tôm- lúa tại Cà Mau là 5,0 lần cao hơn nhiều so với kết quả khảo sát này.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy tỷ lệ lỗ vốn 9,63% ở mô hình tôm cua, nguyên nhân chủ yếu là một số ao tôm bị bệnh sau khoảng 20 ngày thả nuôi, và tăng chi đầu tư để xử lý nước cũng như mua tôm giống mới.

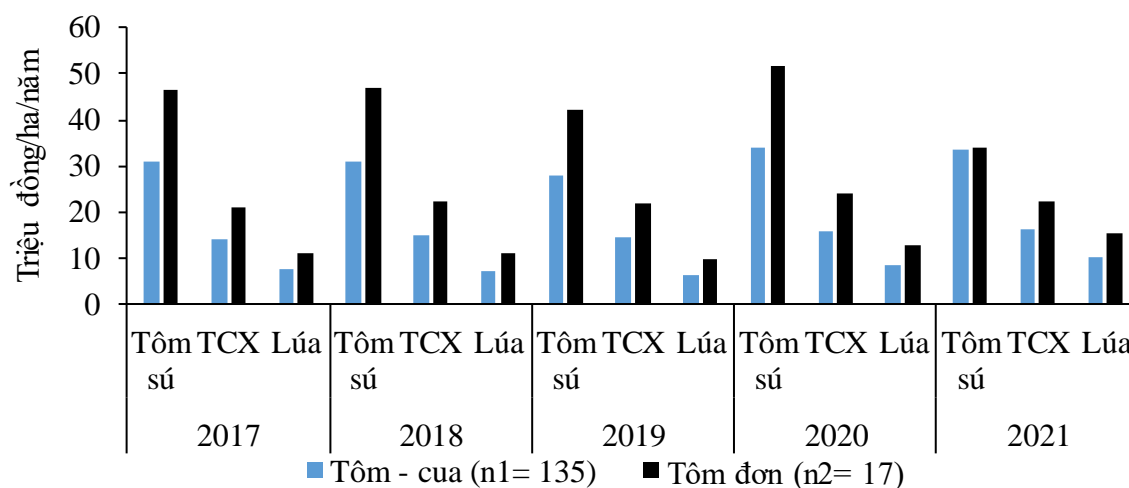
3.1.2.2 Yếu tố kinh tế-xã hội của mô hình nuôi tôm - lúa

Kết quả khảo sát cho thấy mỗi hộ có số thành viên trong gia đình bình quân là 4,39 người/hộ, trong đó nam là 2,14 người/hộ và nữ là 2,29 người/hộ ở mô hình tôm-cua; và 3,82 người/hộ, trong đó nam là 1,59 người/hộ và nữ là 2,24 người/hộ với mô hình tôm đơn ([Bảng 3.5](#)). Kết quả nghiên cứu này cũng tương đương với các nghiên cứu trước đây từ 4,36-4,39 người/hộ ([Nguyễn Thùy Trang và cs., 2018](#); [Huỳnh Văn Hiền và cs., 2019](#); [Nguyễn Thị Kim Quyên và cs., 2022](#)).

Bảng 3.5. Yếu tố con người của nông hộ qua các mô hình tôm - lúa tại huyện Thới Bình tỉnh Cà Mau

| Yếu tố con người | Tôm-cua (n1=135) | Tôm đơn (n2=17) |
|--|------------------|-----------------|
| 1. Số thành viên trong gia đình (người) | 4,39±1,55 | 3,82±1,19 |
| - Nam | 2,14±0,90 | 1,59±0,80 |
| - Nữ | 2,29±1,07 | 2,24±0,97 |
| 2. Phân theo nhóm tuổi (người) | | |
| <18 tuổi | 1,38±1,01 | 1,38±0,77 |
| 18-60 tuổi | 2,79±1,25 | 2,41±1,00 |
| >60 tuổi | 0,89±0,96 | 0,50±0,80 |
| 3. Phân theo công việc (người) | | |
| Đi làm | 1,57±1,26 | 0,45±0,69 |
| Đi học | 1,20±0,92 | 0,75±0,87 |
| Trực tiếp sản xuất | 1,59±0,62 | 1,88±0,49 |
| 4. Kinh nghiệm nuôi tôm (năm) | 17,01±5,65 | 15,69±4,87 |

Giá trị thể hiện (TB+STD); n1; n2: thể hiện số quan sát được phỏng vấn.



Hình 3.4. Thu nhập từ các hoạt động sản xuất qua các năm của hộ

Trong cơ cấu theo nhóm tuổi, mô hình tôm-cua có số thành viên trong độ tuổi lao động là 2,79 người/hộ và những thành viên tham gia trực tiếp sản xuất mô hình tôm-cua là 1,59 người/hộ và số thành viên nhỏ hơn 18 tuổi là 1,38 người/hộ. Trong khi đó, mô hình

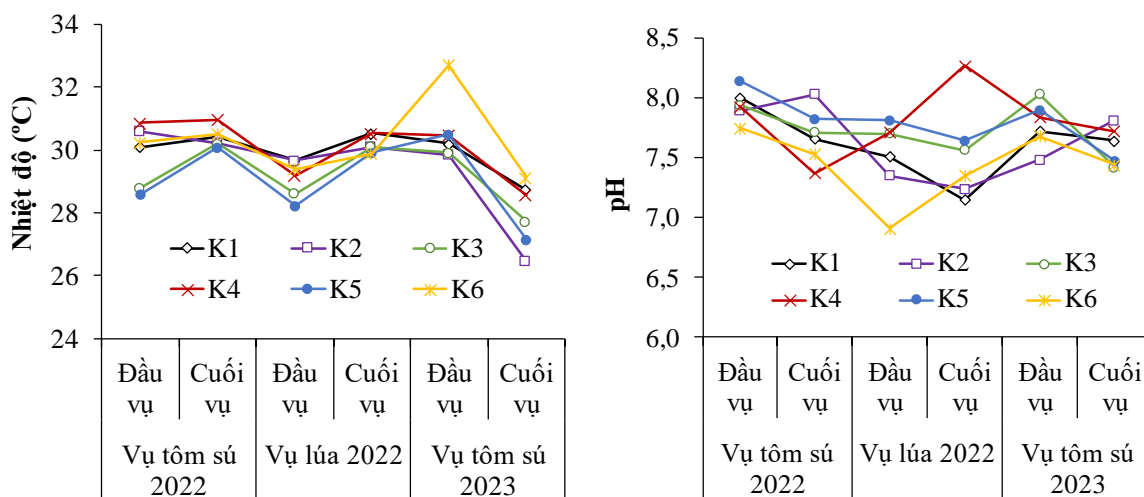
tôm đơn là 2,41 người/hộ trong độ tuổi lao động, 1,88 người/hộ lao động trực tiếp và còn đi học là khoảng 1 người/hộ. Thu nhập từ mô hình tôm-cua có tính ổn định cao, trong khi mô hình tôm đơn có thu nhập từ nuôi tôm sú cao nhưng thiếu ổn định (Hình 3.4).

3.2. Chất lượng nguồn nước cấp ảnh hưởng đến sự phát triển mô hình tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

3.2.1. Các yếu tố thủy lý hóa

Nhiệt độ (°C) và pH

Nhiệt độ trung bình ở các điểm thu là 29,8°C năm 2022 và 29,6°C năm 2023 (Hình 3.5) cho thấy nhiệt độ ít biến động, nằm trong khoảng dao động bình thường và đặc trưng của vùng ĐBSCL. Do các kênh cấp K1-K5 là các thủy vực tự nhiên, nước chảy nên nhiệt độ tương đối ổn định, không chênh lệch về nhiệt độ so với điểm thu ngoài sông (K6). Nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của thủy sinh vật. Khoảng thích hợp cho động vật thủy sản nhiệt đới là từ 25-30°C, thay đổi nhiệt 3-4°C đột ngột sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe của thủy sinh vật (Boyd, 2015).



Hình 3.5. Nhiệt độ và pH ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu

pH ở khu vực nghiên cứu đạt giá trị trung bình 7,75 vụ tôm sú 2022, và 7,72 vụ 2023. Điểm ngoài sông (K6) có pH thấp hơn các điểm khác, trung bình là 7,33, thấp nhất vào thời điểm khảo sát tháng 10 (đầu vụ lúa). Cả 2 vụ tôm sú cho thấy pH có cùng xu hướng là pH giảm về cuối vụ tôm do độ mặn trong khu vực giảm từ mùa khô

(tháng 02) sang mùa mưa (tháng 7) (Hình 3.5). Nhìn chung pH ở các điểm khảo sát nằm trong khoảng phù hợp cho sự phát triển bình thường của thủy sinh vật đặc biệt là phát triển nghề nuôi tôm nước lợ của khu vực. pH thích hợp cho tôm nước lợ dao động từ 6,0-9,0, tối ưu từ 7,5-8,5 (Boyd, 1998; Krishnani *et al.*, 2006; Ravichandran & Jajanthi, 2006; Boyd, 2015). Giá trị giới hạn các thông số trong nước mặt phục vụ cho việc phân loại chất lượng nước sông, kênh và bảo vệ môi trường sống dưới nước theo Quy chuẩn QCVN 08:2023/BTNMT quy định nước mặt mức A có pH thay đổi từ 6,5-8,5. Như vậy, pH nước tại các điểm khảo sát rất phù hợp cho sự phát triển thủy sản, đặc biệt là tôm nước lợ (mùa khô) và TCX (mùa mưa) trong khu vực nghiên cứu.

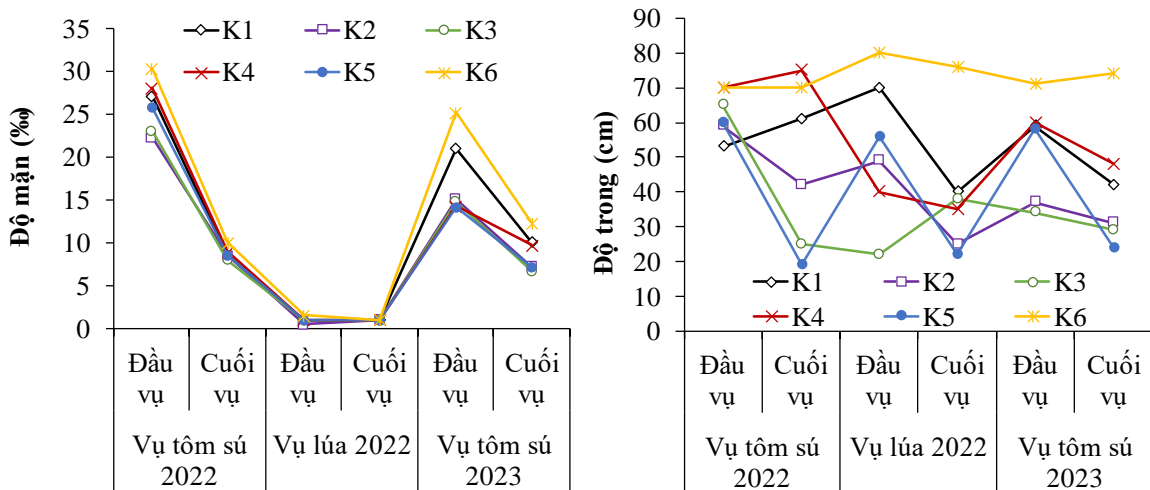
Độ mặn (‰) và độ trong (cm)

Vụ tôm sú 2022, độ mặn cao giai đoạn đầu vụ tôm (tháng 02), trung bình 25,2‰ ở các kênh cấp (K1-K5), trong khi ngoài sông (K6) vào thời điểm này độ mặn cao hơn (30,4‰). Tuy nhiên, đến cuối vụ tôm (tháng 7) độ mặn giảm rõ rệt và chỉ ở mức trung bình 8,75‰ (K1-K5) và 10‰ (K6) (Hình 3.9). Điều này dẫn đến độ mặn của ao tôm cũng khác nhau tùy theo vị trí và thời điểm lấy nước vào ao tôm. Vụ tôm sú 2023, độ mặn đầu vụ tôm thấp hơn vụ nuôi 2022, trung bình ở điểm K1-K5 là 13,85‰, trong khi điểm thu K6 là 18,75‰ (Hình 3.6). Độ mặn trung bình vào cuối vụ tôm sú năm 2023 không có sự chênh lệch lớn so với vụ tôm sú năm 2022, với trung bình tương ứng là $8,75 \pm 0,69\%$ và $8,87 \pm 2,20\%$. Nhìn chung, độ mặn nằm trong khoảng phù hợp cho nuôi tôm sú trong khu vực vì đây là loài rộng muối và độ mặn thích hợp cho nuôi tôm sú dao động từ 7,5-34‰ (Krishnani *et al.*, 2006), trong khi tối ưu từ 15-25‰ (Krishnani *et al.*, 2006; Ravichandran & Jajanthi, 2006). Như vậy, độ mặn trong khu vực là khá phù hợp cho nuôi tôm, tuy nhiên cần lưu ý trong quá trình cấp nước vào ao trong quá trình nuôi do độ mặn có sự biến đổi theo các thời điểm trong năm.

Kết quả nghiên cứu ở Hình 3.6 cho thấy độ trong ở các điểm thu mẫu có sự dao động lớn và rất cao. Vụ tôm sú 2022 cho thấy độ trong đầu vụ rất cao, dao động từ 83-100 cm trong khi vào cuối vụ chỉ từ 19-75 cm. Vụ tôm sú 2023 độ trong các điểm

thu thấp hơn vụ nuôi 2022 và dao động từ 24-78 cm. Độ trong cao nhất ở điểm thu K6, kế đến là K1 và thấp nhất là K3. Điều này là do điểm K3 nằm sâu trong nội đồng và khả năng trao đổi nước kém so với các điểm còn lại. Điểm thu K6 có độ trong rất cao dao động từ 70-100 cm, trong khi các kênh trong nội đồng (K1-K5) dao động từ 19-100 cm (Hình 3.6).

Theo Boyd (2004) độ trong nhỏ hơn 20 cm thì được xem là quá đục, 20-30 cm thì được xem là vừa nếu trong ao nuôi cá, 30-45 cm là lý tưởng cho ao nuôi tôm, 45-60 cm thì được xem là khá trong và lớn hơn 60 thì nước quá trong. Do đặc thù của mô hình tôm-lúa là nước được cấp trực tiếp vào ao nuôi, không qua xử lý lắng lọc, diệt khuẩn như mô hình nuôi thâm canh, nên chất lượng nguồn nước cấp rất quan trọng, ảnh hưởng đến độ trong của ao nuôi. Cần lưu ý thời điểm lấy nước phù hợp để tránh nước kênh cấp quá đục ảnh hưởng đến ao nuôi.



Hình 3.6. Độ mặn và độ trong ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu

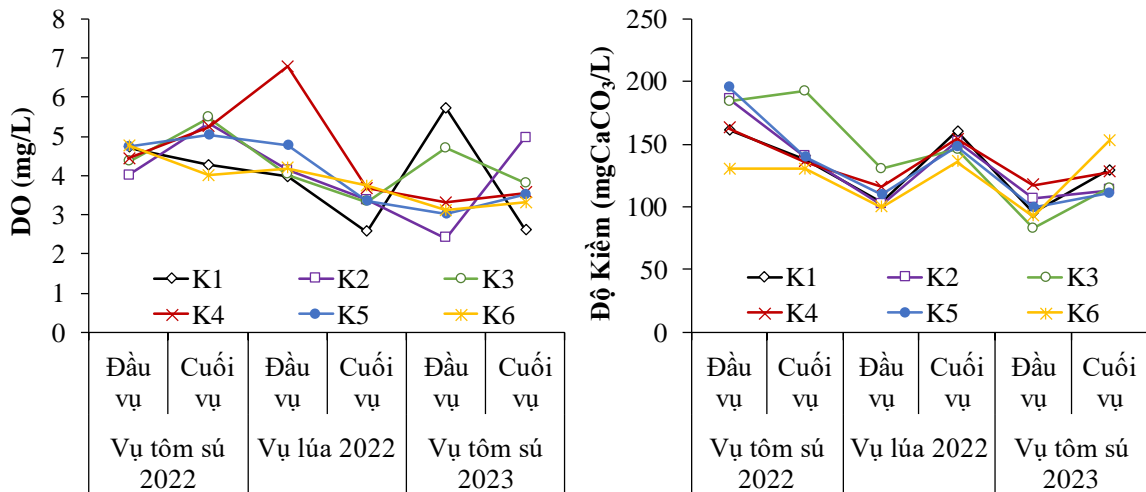
Oxy hòa tan (mg/L) và Độ kiềm (mgCaCO₃/L)

Qua 3 vụ khảo sát, kết quả ghi nhận hàm lượng DO trung bình ở các tuyến kênh và sông dao động từ 2,40-6,78 mg/L, trung bình đạt $4,12 \pm 0,96$ mg/L. Điểm thu ở K6 ở mức thấp hơn, đạt trung bình $3,85 \pm 0,61$ mg/L nhưng ổn định hơn, dao động từ 3,11-4,77 mg/L (Hình 3.12). Các tuyến kênh cấp (K1-K5), mức oxy dao động từ 2,40-6,78 mg/L, trung bình $4,17 \pm 1,01$ mg/L, cao nhất ở điểm thu K4 ($4,50 \pm 1,32$ mg/L). Hàm

lượng DO ở vụ tôm sú 2022 dao động từ 4,00-5,47 mg/L, vụ lúa 2022 là 2,56-6,78 mg/mL và vụ tôm sú 2023 là 2,40-5,703 mg/L (Hình 3.7). Do đó, cần lưu ý trong việc chọn lựa thời điểm cấp nước vào ao nuôi phù hợp.

Ở các thủy vực nước chảy, hàm lượng ôxy chủ yếu phụ thuộc vào lưu tốc nước, sự khuấy động tầng nước, sự khuếch tán oxy từ không khí và hàm lượng hữu cơ dẫn đến tiêu hao oxy trong môi trường nước. Qua quan sát trong quá trình thu mẫu, các kênh cấp trong khu vực nghiên cứu có lưu tốc dòng chảy thấp, mức độ trao đổi nước kém từ đó ảnh hưởng đến hàm lượng oxy trong nước. Quy chuẩn chất lượng nước mặt QCVN 08:2023/BTNMT quy định mức A (sử dụng cho mục đích cấp nước sinh hoạt) là $DO \geq 6$ mg/L và mức B (sử dụng cho nông nghiệp) $DO \geq 5$ mg/L. Hàm lượng DO tối ưu cho tôm nước lợ là lớn hơn 5 mg/L (Boyd, 1998; Van-Wyk & Scapa, 1999; Ravichandran & Jajanthi, 2006; Boyd, 2015). Do đó, hàm lượng DO nằm dưới mức tối ưu, trong khi vụ lúa có hàm lượng ôxy khá thấp, đặc biệt điểm K1 và K2 có thời điểm có hàm lượng ôxy giảm thấp (2,40-2,61 mg/L). Đây là vấn đề lưu ý trong quá trình sử dụng nguồn nước cấp cho các ao nuôi thủy sản trong khu vực.

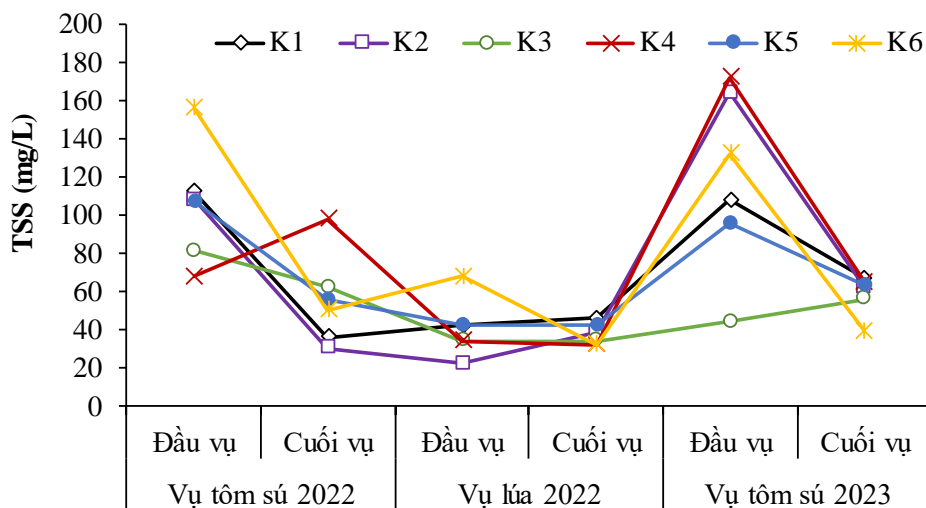
Độ kiềm ở các điểm thu mẫu khá cao, dao động từ 100-196 mgCaCO₃/L, trung bình 148mgCaCO₃/L (Hình 3.7). Độ kiềm qua các điểm thu thấp nhất ở điểm K6 trung bình khoảng 122 mgCaCO₃/L), nhưng vẫn ở mức phù hợp khi được sử dụng như nguồn nước cấp cho các ao nuôi tôm. Khu vực các kênh K1-K5 có độ kiềm dao động từ 82,5-196 mgCaCO₃/L và rất lý tưởng cho việc cấp vào các ao nuôi thủy sản. Khi so sánh vụ nuôi năm 2022-2023 cho thấy độ kiềm có khuynh hướng giảm, đặc biệt vụ tôm sú 2023 giảm so với vụ nuôi 2022. Điều này có thể do độ mặn ở vụ nuôi 2023 thấp hơn so với năm 2022. Độ kiềm vụ tôm sú 2022 dao động từ 130-196 mgCaCO₃/L, vụ lúa 2022 từ 100-160 mgCaCO₃/L và vụ tôm sú 2023 dao động từ 83-152 mgCaCO₃/L. Đáng lưu ý trong kết quả nghiên cứu là mặc dù vụ lúa là nước ngọt nhưng độ kiềm khá cao và đây cũng có thể là điều kiện thuận lợi của hoạt động nuôi TCX xen canh với lúa ở huyện Thới Bình nói chung và khu vực nghiên cứu nói riêng.



Hình 3.7. DO và độ kiềm ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu

Chất rắn lơ lửng (TSS, mg/L)

Hàm lượng TSS biến động lớn qua các đợt thu mẫu tại các kênh nội đồng, dao động từ 22-172 mg/L, trung bình $69 \pm 40,2$ mg/L. Điểm thu ở K6 dao động từ 32-156 mg/L (Hình 3.8). Vụ tôm 2022, hàm lượng TSS dao động từ 30-156 mg/L, trong khi TSS trong vụ lúa 2022 dao động từ 32-68 mg/L và vụ tôm 2023 hàm lượng TSS dao động từ 39-172 mg/L. Điểm khảo sát K3 có hàm lượng TSS thấp nhất ở cả 2 vụ tôm (81 và 44 mg/L) vào đầu vụ tôm. Điều này do K3 nằm sâu trong nội đồng hơn, do đó hàm lượng nước trao đổi ít, quá trình lắng tụ làm giảm hàm lượng TSS trong nước.



Hình 3.8. TSS ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu

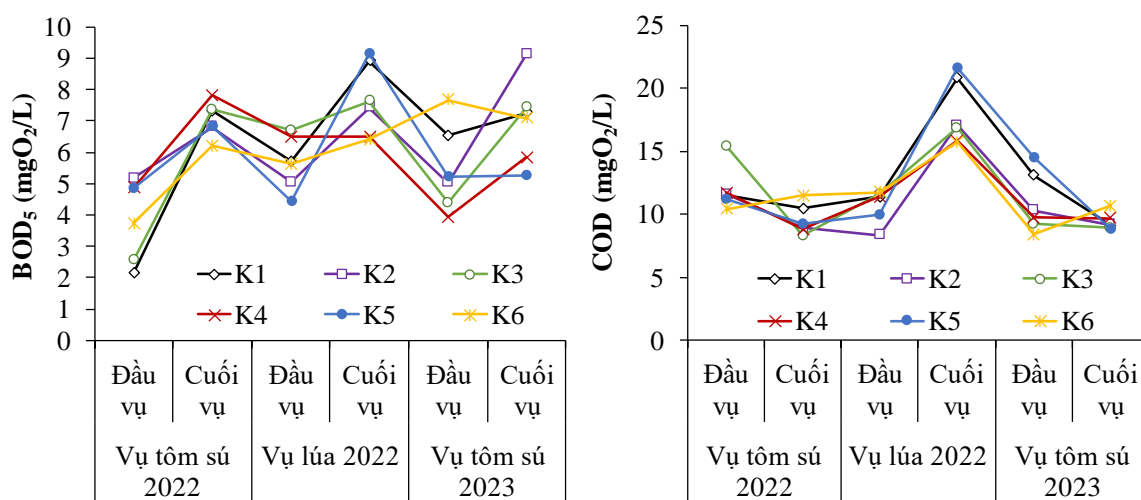
Ở các thủy vực nước chảy, hàm lượng TSS chủ yếu là lượng phù sa, keo khoáng, vật chất hữu cơ gây ra và hàm lượng này phụ thuộc vào mức độ xáo trộn tầng nước, lưu tốc dòng chảy và lượng nước chảy vào thủy vực (Boyd, 2001). Theo Krishnani *et al.* (2006) hàm lượng TSS cho tôm nước lợ phải nhỏ hơn 100 mg/L. Tuy nhiên, theo quy chuẩn chất lượng nước mặt QCVN 08:2023/BTNMT thì quy định mức A (dùng cho cấp nước sinh hoạt) thì TSS phải nhỏ hơn 25 mg/L và nhỏ hơn 100 mg/L nếu sử dụng cho mục đích sản xuất nông nghiệp (mức B). Theo kết quả quan trắc môi trường chất lượng nước phục vụ vùng nuôi tôm nước lợ tỉnh Cà Mau năm 2018 thì TSS tại 5 điểm quan trắc trên các tuyến sông thuộc tỉnh Cà Mau có hàm lượng từ 153-463 mg/L (Tổng cục Thủy sản, 2018). Kết quả khảo sát đầu vụ tôm 2022-2023, hàm lượng TSS khá cao ở các điểm (K2, K4 và K6), lượng TSS vượt mức cho phép. Theo Boyd (2004), nếu thành phần lơ lửng trong nước cao và chủ yếu do phù sa thì tảo sẽ kém phát triển, từ đó ảnh hưởng đến năng suất sinh học trong ao tôm. Do đó, cần lưu ý thời điểm cấp nước vào ao cho phù hợp và nên có ao lắng để lắng tụ các chất lơ lửng trước khi cấp vào ao.

BOD₅ (mgO₂/L) và COD_{Mn} (mgO₂/L)

Nhu cầu oxy sinh học (BOD) là các chỉ tiêu quan trọng nhằm đánh giá chất lượng nước của lưu vực (Nollet, 2000). Khi BOD₅ trong nước cao sẽ là nguyên nhân làm tiêu hao oxy do quá trình phân hủy với sự tham gia của vi sinh vật và biểu thị cho sự phú dưỡng trong môi trường. So với tiêu chuẩn chất lượng nước cho các loài thủy sản thì BOD ở các điểm thu mẫu ở mức thấp, dao động từ 2,12-9,15 mg/L, trung bình $6,12 \pm 1,67$ mg/L. Giá trị BOD vụ tôm 2022 dao động từ 2,12-7,82 mg/L, vụ lúa 4,43-9,15 mg/L và vụ tôm sú 2023 từ 3,92-9,11 mg/L. Điểm thu K6 (sông Trẹm) có giá trị BOD dao động từ 3,72-7,66 mg/L trong khi các điểm thu ở các kênh nội đồng (K1-K5) dao động từ 2,12-9,15. Như vậy, giá trị BOD ở các kênh nội đồng cao hơn ngoài sông Trẹm. Tuy nhiên, sự chênh lệch là không đáng kể và tất cả các giá trị BOD ở các điểm thu ở mức thấp, chỉ thị cho môi trường từ nghèo dinh dưỡng đến dinh dưỡng trung bình. Giá trị BOD₅ có khuynh hướng tăng vào cuối vụ tôm (tháng 7) và cuối vụ lúa (tháng 12) (Hình 3.9). Điều này có thể là do cuối vụ tôm, các kênh tiếp nhận nguồn

nước từ các ao tôm xả nước hoặc chuẩn bị rửa mặn cho vụ lúa tiếp theo làm cho biến động giá trị BOD₅ trong nước kênh. Tương tự, vào cuối vụ lúa (tháng 12), đây là thời điểm các ao tháo nước chuẩn bị vụ tôm sú tiếp theo từ đó làm tăng BOD₅ trong nước. Như vậy có thể thấy rằng hầu hết các điểm thu vào cuối vụ lúa (tháng 12) có giá trị BOD₅ vượt mức B của quy chuẩn QCVN 08:2023/BTNMT với giá trị yêu cầu nhỏ hơn hoặc bằng 6 mg/L. Tuy nhiên, đối với môi trường nuôi tôm nước lợ thì giá trị BOD₅ vẫn còn ở mức thấp vì Krishnani *et al.* (2006) cho rằng giá trị BOD₅ phù hợp hoạt động sống của tôm biển là nhỏ hơn 20 mg/L và tối ưu là 10 mg/L.

Tương tự như BOD, nhu cầu oxy hóa học (COD) cũng là các chỉ tiêu quan trọng để đánh giá chất lượng nước của lưu vực (Nollet, 2000) và khi COD trong nước cao sẽ là nguyên nhân làm tiêu hao oxy do quá trình oxy hóa vật chất hữu cơ với sự hiện diện của chất oxy hóa và biểu thị cho sự phú dưỡng trong môi trường.



Hình 3.9. BOD₅, COD ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu

Giá trị COD_{Mn} ở các điểm thu mẫu qua các đợt khảo sát dao động từ 8,3-21,7 mg/L (trung bình 11,8±3,4 mg/L). Vụ tôm 2022, COD_{Mn} dao động từ 8,3-15,4 mg/L, vụ lúa dao động từ 8,3-21,7 mg/L và vụ tôm 2023 dao động từ 8,4-14,6 mg/L. COD_{Mn} ở các tuyến kênh nội đồng (K1-K5) cao hơn điểm K6 ngoài sông Trẹm với các khoảng COD_{Mn} dao động là 8,3-21,7 mg/L và 8,4-15,7 mg/L tương ứng. Đặc biệt, giá

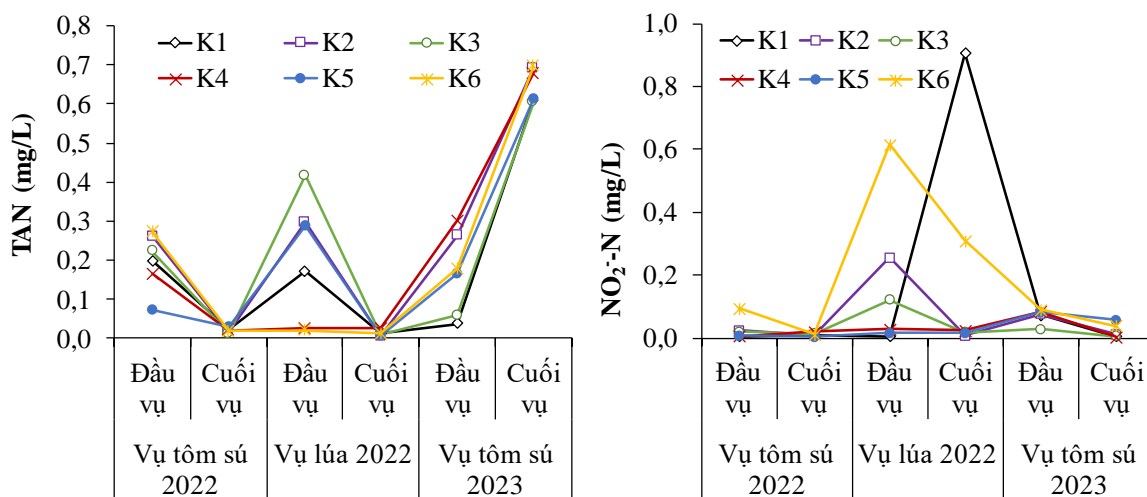
trị COD_{Mn} ở các điểm khảo sát tăng cao nhất vào đợt thu mẫu cuối vụ lúa (tháng 12) với giá trị 21,7 mg/L, cao nhất ở các điểm K1 và K5 (Hình 3.9). COD_{Mn} trong nước ở các vụ tôm ở mức thấp hơn so với vụ lúa. Giá trị COD_{Mn} ở khu vực khảo sát là phù hợp cho tôm nước lợ.

Theo Krishnani *et al.* (2006), COD lớn hơn 200 mg/L là bất lợi cho tôm biển, mức bình thường là nhỏ hơn 75 mg/L và tối ưu là nhỏ hơn 70 mg/L. Điều này có nghĩa là COD trong nước quá thấp phản ánh môi trường nghèo dinh dưỡng. Do đó, chất lượng nước nuôi tôm cần đủ tốt để đảm bảo một lượng dinh dưỡng, tạo nguồn thức ăn tự nhiên. Kết quả cho thấy giá trị BOD và COD trong nghiên cứu hiện tại cao hơn so với nghiên cứu tại Sóc Trăng và Bạc Liêu (Trần Trung Giang và cs., 2020; 2021). Như đã đề cập ở trên, theo ghi nhận lúc thu mẫu thì tại các điểm thu kênh nội đồng có mức độ trao đổi nước kém và có sự tích tụ hữu cơ trong nước cao. Đây cũng là nguyên nhân làm cho BOD và COD cao hơn các vùng cửa sông, nơi có lưu lượng và dòng chảy lớn. Do đó, trong công tác quy hoạch và phát triển vùng nuôi, việc khai thông kênh rạch, giúp trao đổi nước tốt các lưu vực là rất quan trọng.

TAN (mg/L) và NO₂⁻ (mg/L)

Hàm lượng TAN ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu ở mức không cao và rất biến động qua các đợt thu mẫu. TAN ở các điểm khảo sát dao động từ 0,005-0,696 mg/L, cao nhất ở điểm K6 vào cuối vụ tôm sú và thấp nhất ở điểm K2 và K5 vào cuối vụ lúa (Hình 3.10). Nhìn chung, hàm lượng TAN đạt giá trị cao nhất ở tất cả các điểm thu vào thời điểm cuối vụ tôm 2023 (tháng 7/2023). TAN ở vụ tôm sú 2022 dao động từ 0,013-0,273 mg/L, vụ lúa từ 0,005-0,417 mg/L và vụ tôm 2023 từ 0,037-0,696 mg/L. Hàm lượng TAN thích hợp cho NTTS nói chung và tôm nước lợ nói riêng dao động từ 0,2-2 mg/L (Boyd, 1998). TAN thấp chứng tỏ môi trường nghèo dinh dưỡng, tảo kém phát triển. Boyd and Green (2002) cho rằng hàm lượng TAN là một trong những chỉ tiêu để đánh giá mức độ ô nhiễm của vùng nuôi tôm ven biển và hàm lượng phải nhỏ hơn hoặc bằng 3 mg/L thì đảm bảo cho hệ sinh thái ven bờ. Theo Krishnani *et al.* (2006) hàm lượng TAN trong nước dao động từ 0,1-0,4 mg/L là điều kiện bình

thường đối với tôm biển, khi lớn hơn 2 mg/L chứng tỏ môi trường giàu dinh dưỡng, gây bất lợi cho quá trình nuôi tôm. Quy chuẩn chất lượng nước mặt [QCVN 08:2023/BTNMT](#) thì quy định giới hạn hàm lượng NH_4^+ trong nước là 0,3 mg/L. Điều này cho thấy hàm lượng TAN tại các điểm là an toàn và phù hợp cho việc sử dụng nguồn nước cấp các mô hình tôm - lúa trong khu vực.



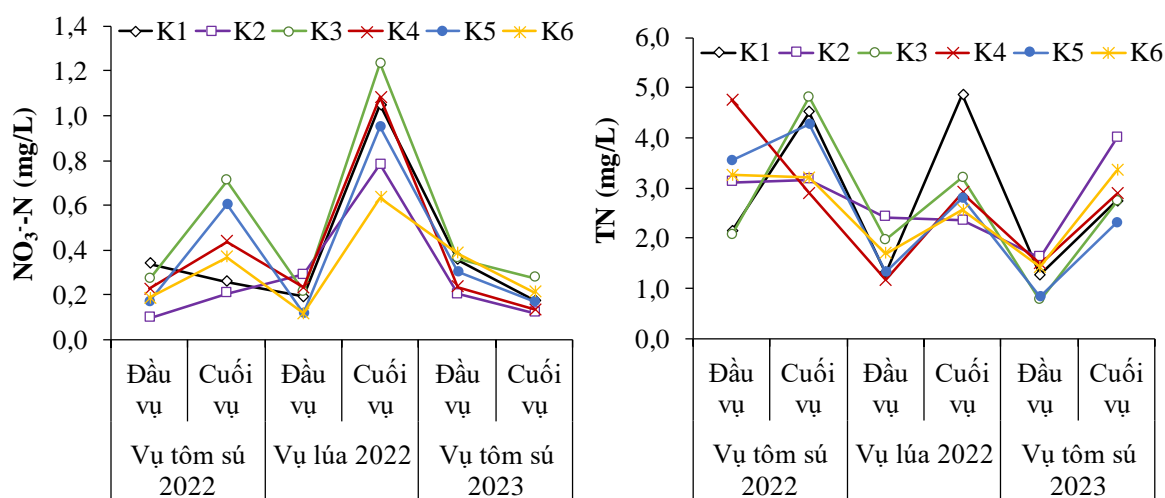
Hình 3.10. TAN và NO_2^- ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu

Hàm lượng NO_2^- biến động lớn giữa các điểm thu mẫu và dao động từ 0,003-0,906 mg/L (trung bình $0,086 \pm 0,182$ mg/L), cao nhất ở điểm khảo sát K1 và K6 vào vụ lúa. Hàm lượng NO_2^- khá thấp ở 2 đợt khảo sát của vụ tôm sú, chỉ dao động từ 0,003-0,095 mg/L. Vào vụ lúa (tháng 10-tháng 12), hàm lượng NO_2^- tăng cao ở điểm thu trên sông K6, và cuối vụ lúa đạt giá trị cao nhất ở điểm K1 (0,906 mg/L). Điểm thu ngoài sông Trẹm (K6) có hàm lượng NO_2^- dao động từ 0,012-0,614 mg/L trong khi các kênh nội đồng (K1-K5) dao động từ 0,003-0,906 mg/L (Hình 3.10). Nhìn chung, hàm lượng NO_2^- ở các điểm thu mẫu so với tiêu chuẩn chất lượng nước mặt, bảo tồn đời sống thủy sinh thì rất cao, nhưng đối với khả năng chịu đựng của thủy sinh vật thì còn ở mức thấp. [Krishnani et al. \(2006\)](#) cho rằng, hàm lượng lớn 4 mg/L là nguy hiểm, tối ưu là 0,02 mg/L đối với tôm biển. Kết quả nghiên cứu vào vụ lúa cũng cao hơn kết quả nghiên cứu của [Trần Trung Giang và cs. \(2021\)](#).

NO_3^- (mg/L) và TN (mg/L)

Kết quả khảo sát cho thấy hàm lượng NO_3^- dao động từ 0,095-1,234 mg/L, cao hơn kết quả nghiên cứu của [Trần Trung Giang và cs. \(2020\)](#). Nhìn chung, ở các vụ tôm sú, NO_3^- trong nước tại các kênh cấp ở mức thấp, chỉ dao động từ 0,095-1,234 mg/L, trong đó vụ nuôi 2022 dao động từ 0,095-0,709 mg/L và vụ nuôi 2023 là 0,118-0,385 mg/L ([Hình 3.11](#)). Như vậy, kết quả cho thấy hàm lượng NO_3^- ở khu vực khảo sát còn ở mức thấp và nằm trong giới hạn nguồn nước cấp cho NTTS.

Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng TN trong nước khá cao và biến động qua các đợt thu mẫu ở các điểm thu. TN có xu hướng tăng vào cuối vụ tôm sú và cuối vụ lúa. Hàm lượng TN dao động từ 0,762-4,86 mg/L, trung bình đạt $2,655 \pm 1,144$ mg/L ([Hình 3.11](#)). Chỉ tiêu TN ít được nghiên cứu cho mô hình tôm - lúa và hiện nay rất ít thông tin. Kết quả khảo sát TAN, NO_2^- và NO_3^- cho thấy các chỉ tiêu này còn ở mức thấp. Có thể kết luận rằng hàm lượng đạm hữu cơ không hòa tan ở mức cao. Điều này đồng nghĩa hàm lượng những thành phần hữu cơ đang và chưa phân hủy ở mức cao trong môi trường nước. Quy chuẩn [QCVN 08:2023/BTNMT](#) quy định chất lượng nước mặt có hàm lượng TN tối đa là 1,5 mg/L. Như vậy kết quả cho thấy tổng đạm TN ở các điểm khảo sát khá cao, một số điểm thu vượt giới hạn hơn 3 lần (K3 và K4) so với tiêu chuẩn nước mặt dùng cho nước cấp sinh hoạt (Mức A, B). Điều này là do điểm K3 và K4 là hai điểm của tuyến kênh nằm sâu hơn trong nội đồng, khả năng trao đổi nước rất kém, từ đó có khả năng dẫn đến có sự tích tụ về vật chất hữu cơ cao.

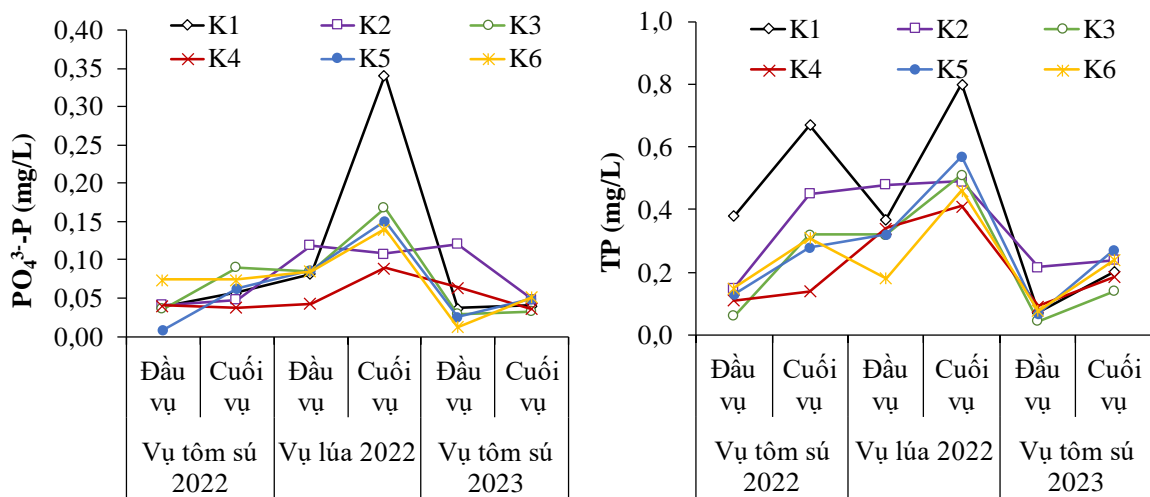


Hình 3.11. NO_3^- và TN ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu

PO₄³⁻ (mg/L) và TP (mg/L)

Hàm lượng PO₄³⁻ ở các điểm qua các đợt thu mẫu có sự biến động và ở mức thấp, dao động từ 0,009-0,341 mg/L. Thấp nhất ở điểm K4 và cao nhất ở điểm K1 vào cuối vụ lúa (tháng 12). Hàm lượng PO₄³⁻ có sự biến động giữa vụ tôm và vụ lúa, với giá trị trung bình là 0,051±0,022 mg/L (vụ tôm sú 2022), 0,124±0,076 mg/L (vụ lúa 2022) và 0,046±0,027 mg/L (vụ tôm sú 2023). Khu vực các kênh nội đồng có hàm lượng PO₄³⁻ dao động cao hơn ngoài sông, với dao động lần lượt là 0,009-0,341 mg/L và 0,074±0,063 mg/L (Hình 3.12).

Hàm lượng tổng lân (TP) biến động và chênh lệch lớn giữa các điểm thu mẫu, dao động từ 0,044-0,800 mg/L, cao nhất ở điểm K1 và thấp nhất ở điểm K6 (Hình 3.12). Hàm lượng TP cũng có khuynh hướng tăng từ vụ tôm sang vụ lúa và đạt cao nhất vào cuối vụ lúa. Sự tích tụ dinh dưỡng trên các kênh cấp vào cuối vụ lúa là nguyên nhân chủ yếu làm tăng hàm lượng phosphate bao gồm lân hòa tan và không hòa tan trong nước. Đối với nước sông, quy chuẩn QCVN 08:2023/BTNMT quy định mức không vượt quá 0,3 mg/L. Với giới hạn này, hầu hết các điểm thu vào vụ lúa vượt quy định khi sử dụng nước cho nông nghiệp (Mức B).



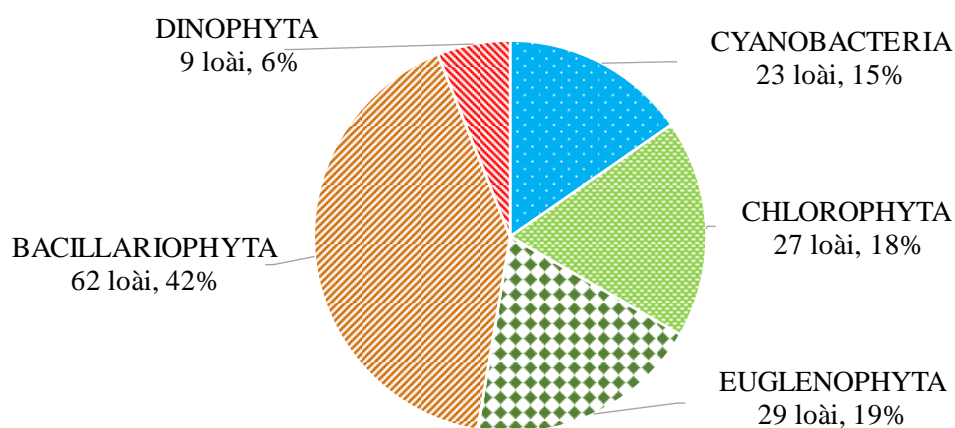
Hình 3.12. PO₄³⁻ và TP ở các điểm khảo sát qua các đợt thu mẫu

3.2.2. Các yếu tố thủy sinh vật

3.2.2.1. Thực vật phù sinh (TVPS)

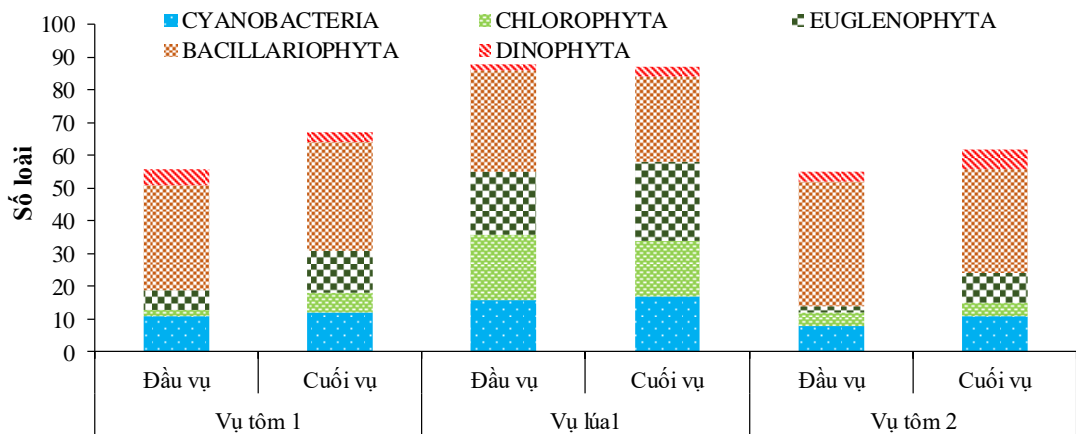
Cấu trúc thành phần loài

Thành phần loài thực vật phù sinh vùng nuôi tôm -lúa luân canh đã ghi nhận được tổng cộng 150 loài thuộc 5 ngành gồm tảo lam (Cyanobacteria), tảo lục (Chlorophyta), tảo khuê (Bacillariophyta), tảo mắt (Euglenophyta) và tảo giáp (Dinophyta). Trong đó, tảo khuê phát hiện với số loài cao nhất là 62 loài (42%), tiếp theo là tảo mắt tìm thấy 29 loài (19%), tảo lục và tảo lam biến động từ 23-27 loài (15-18%) và thấp nhất là tảo giáp với 9 loài (6%) (Hình 3.13).



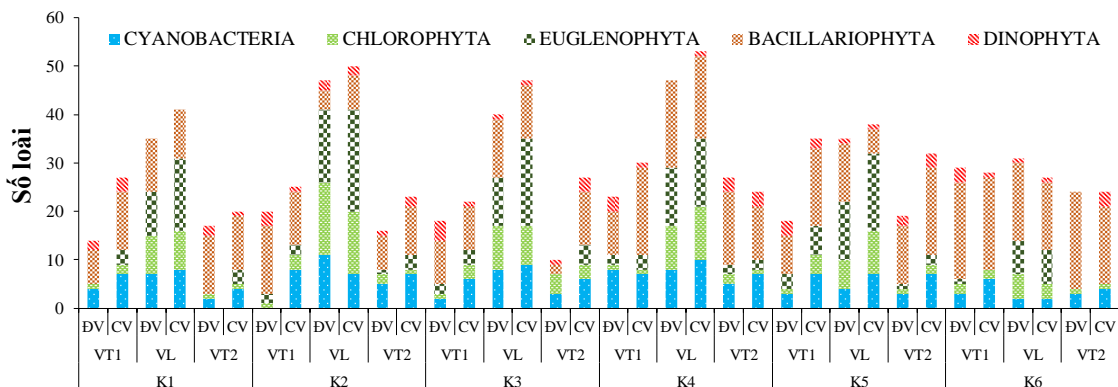
Hình 3.13. Cấu trúc thành phần loài TVPS vùng nuôi tôm sú-lúa luân canh

Nghiên cứu cho thấy thành phần loài tảo khuê cao hơn các ngành tảo khác do tảo khuê thích hợp phát triển trong môi trường nước lợ-mặn, và độ mặn trong nghiên cứu này dao động từ 0,5-30,4‰ nên thuận lợi cho tảo khuê phát triển. Tảo lục và tảo lam cũng có thành phần loài khá cao do chúng có đặc tính phân bố chủ yếu trong môi trường nước ngọt, hầu hết thành phần loài của tảo lam và tảo lục đạt giá trị cao trong vụ lúa. Xuất hiện ít nhất là tảo giáp, đây là nhóm tảo không có lợi cho môi trường ao nuôi tôm, khi phát triển nhiều có thể gây ảnh hưởng đến sự phát triển của tôm trong ao nuôi.



Hình 3.14. Tổng thành phần loài TVPS vùng nuôi tôm-lúa luân canh

Thành phần loài TVPS qua các đợt nghiên cứu biến động từ 55-88 loài (Hình 3.15). Số loài TVPS đạt giá trị cao trong vụ lúa và thấp hơn ở các vụ tôm. Các ngành tảo lam, tảo lục và tảo mắt có xu hướng tăng cao trong vụ lúa và giảm thấp trong vụ tôm. Số loài tảo lam, tảo lục và tảo mắt biến động lần lượt từ 16-17, 17-20 và 19-24 ở vụ lúa, trong khi ở các vụ tôm tổng số loài của các ngành tảo này giảm thấp đáng kể với số loài được xác định từ 8-12 đối với tảo lam, 2-6 ở tảo lục và 2-13 loài ở tảo mắt. Ngược lại, tảo khuê có số loài khá cao và chênh lệch không đáng kể giữa các vụ tôm và vụ lúa. Số loài tảo khuê biến động từ 32-38 loài trong các vụ tôm và từ 26-31 loài trong vụ lúa. Riêng tảo giáp có thành phần loài khá thấp, biến động từ 2-6 loài qua các đợt khảo sát. Theo [Sahu et al. \(2012\)](#), sự phát triển của tảo khuê phụ thuộc vào độ mặn của nước. Các loài tảo khác nhau có phản ứng với độ mặn khác nhau ([Huang et al., 2011](#)). Nhìn chung, sự thay đổi về thành phần loài TVPS giữa vụ tôm và vụ lúa mà chủ yếu là sự thay đổi độ mặn, yếu tố chính ảnh hưởng đáng kể đến sự phân bố của các ngành tảo ở khu vực khảo sát.



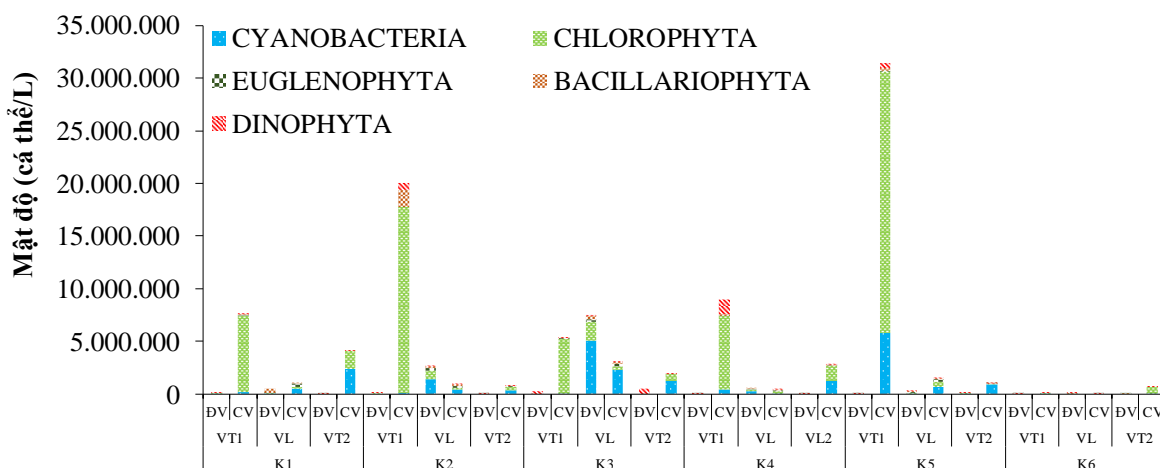
Hình 3.15. Thành phần loài TVPS vùng nuôi tôm-lúa luân canh

Ghi chú: ĐV: đầu vụ; CV: cuối vụ; VT22: vụ tôm sú 2022; VL22: vụ lúa 2022; VT23: vụ tôm sú 2023

Thành phần loài TVPS biến động khá cao giữa các điểm khảo sát, dao động từ 10-53 loài. Tại các điểm thu mẫu, số loài tảo có xu hướng biến động theo qui luật chung là tăng cao trong vụ lúa và giảm thấp trong vụ tôm (Hình 3.15). Cấu trúc thành phần loài TVPS tại các kênh 1, kênh 2, kênh 3, kênh 4 và kênh 5 tương đối giống nhau và biến động khá cao qua các đợt khảo sát, dao động lần lượt từ 14-41 loài, 16-50 loài, 10-47 loài, 24-53 loài và 19-38 loài. Đối với điểm K6 do nằm khá xa với khu vực nuôi tôm - lúa nên có tổng số loài tảo ít biến động (từ 24-31 loài) qua các đợt nghiên cứu, nhưng nhìn chung về cấu trúc thành phần loài vẫn tương tự như các điểm thu K1, K2, K3, K4, và K5. Các ngành tảo phân bố chủ yếu trong môi trường nước ngọt hay có độ mặn thấp, được tìm thấy với số loài cao hơn trong vụ lúa gồm tảo lam, tảo lục, tảo mắt có số loài biến động lần lượt từ 0-11 loài, 1-15 loài và từ 0-21 loài. Ngược lại, các ngành tảo thích nghi với môi trường nước lợ-mặn, phát triển mạnh trong các vụ tôm gồm tảo khuê và tảo giáp có số loài biến động từ 2-20 loài và 0-4 loài tương ứng. Các giống tảo thường được tìm thấy qua các đợt khảo sát như *Oscillatoria*, *Phormidium* (Tảo lam), *Nannochloropsis*, *Scenedesmus* (Tảo lục), *Euglena*, *Phacus* và *Trachelomonas* (Tảo mắt), *Campylodiscus*, *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Thalassiosira* (Tảo khuê), *Prorocentrum* (Tảo giáp).

Mật độ thực vật phù sinh

Qua các đợt khảo sát kết quả cho thấy mật độ thực vật phù sinh vùng nuôi tôm sú-lúa luân canh biến động rất cao, từ 20.805-31.388.058 ct/L (Hình 3.15). Mật độ tảo có xu hướng tăng cao vào cuối vụ tôm ở hầu hết các điểm thu mẫu với sự ưu thế của tảo *Nannochloropsis* sp. (Tảo lục) tại các điểm thu thuộc kênh 1, kênh 2, kênh 3, kênh 4 và kênh 5. Đây là loài tảo có kích thước rất nhỏ, phân bố rộng.



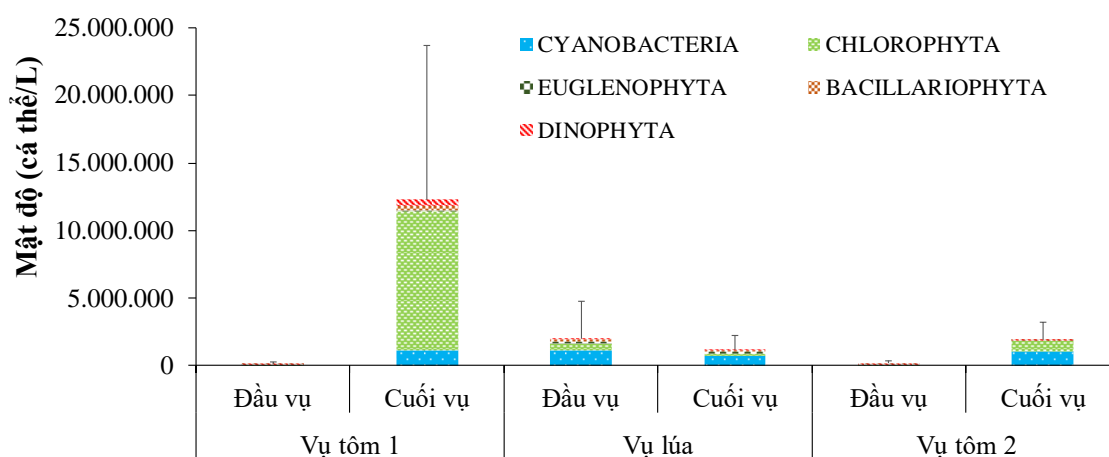
Hình 3.15. Biến động mật độ TVPS vùng nuôi tôm-lúa luân canh

Ghi chú: ĐV: đầu vụ; CV: cuối vụ; VT22: vụ tôm sú 2022; VL22: vụ lúa 2022; VT23: vụ tôm sú 2023

Theo Hoff and Snell (1999) tảo *Nannochloris* sp. có thể sinh trưởng được trong khoảng dao động lớn của độ mặn từ 0-36 ‰. Mật độ tảo ở các điểm K1, K2, K3, K4 và K5, gần khu vực nuôi tôm - lúa có mật độ tảo của các vụ tôm 2022, vụ lúa 2022 và vụ tôm 2023 biến động lần lượt từ 20.805-31.388.058 ct/L; 67.616-7.420.032 ct/L và 43.457-4.104.422 ct/L. Vào cuối vụ tôm quá trình xả thải ra khu vực quanh vùng nuôi tôm đã làm gia tăng hàm lượng dinh dưỡng trong nước, từ đó thúc đẩy sự phát triển mật độ của TVPS. Riêng đối với điểm K6 ở sông Trẹm, nằm khá xa khu vực nuôi tôm, mật độ tảo nhìn chung cũng tăng cao vào cuối vụ tôm 2023 nhưng có mật độ thấp hơn các điểm thu khác, biến động từ 25.929-723.115 ct/L.

Nghiên cứu cho thấy tảo lục phát triển mạnh vào cuối vụ tôm. Tương tự, tảo khuê cũng khá phong phú vào cuối vụ tôm 2022. Ngoài ra, tảo lam cũng đạt giá trị cao nhất trong vụ lúa và cuối vụ tôm do thời điểm này môi trường nước có nhiều vật chất hữu cơ, độ mặn giảm, hàm lượng dinh dưỡng trong nước tăng lên nên thích hợp cho tảo lam phát triển. Tảo mắt xuất hiện nhiều nhất ở cuối vụ lúa chỉ thị cho môi trường có hàm lượng chất hữu cơ cao. Tảo giáp có số lượng cao hơn trong vụ tôm và thấp trong vụ lúa. Tóm lại, mật độ tảo trung bình ở khu vực nghiên cứu biến động khá cao, từ 115.409-11.420.106 ct/L (Hình 3.16). Mật độ tảo đạt khá thấp vào đầu vụ tôm, tăng cao vào cuối vụ tôm, trong đó tảo lục chiếm tỉ lệ cao nhất với sự ưu thế của tảo

Nannochloropsis sp., kể đến là tảo lam *Phormidium* sp. cũng có mật độ khá cao. Mặc dù 2 loài tảo này có số lượng khá cao nhưng do kích thước rất nhỏ nên sinh khối tảo không cao. Nhìn chung, vùng nuôi tôm - lúa qua các đợt khảo sát đều xuất hiện hầu hết các ngành tảo phổ biến, thành phần loài và mật độ tảo thay đổi phụ thuộc vào điều kiện môi trường nước mà chủ yếu là các hàm lượng dinh dưỡng và độ mặn.

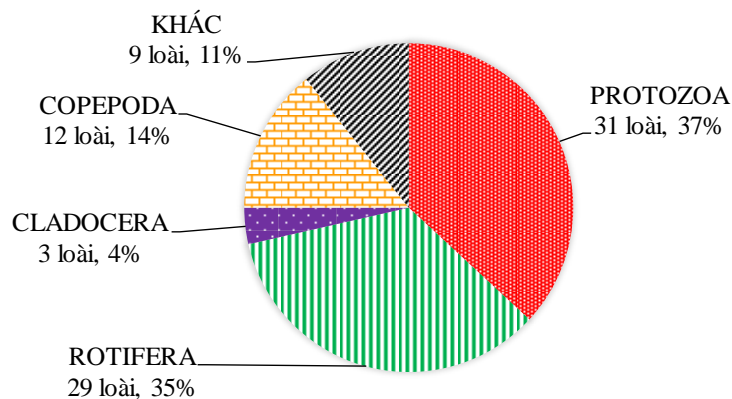


Hình 3.16. Mật độ TVPS vùng nuôi tôm-lúa luân canh

3.2.2.2. Động vật phù sinh (ĐVPS)

Thành phần loài động vật phù sinh

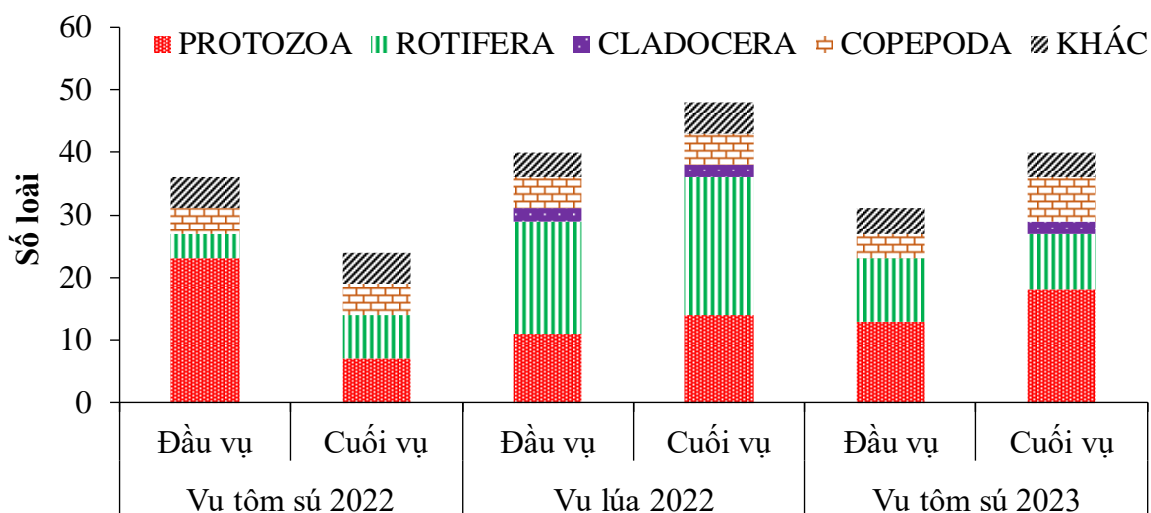
Kết quả nghiên cứu vùng nuôi tôm-lúa đã tìm được tổng cộng 84 loài động vật phù sinh thuộc các nhóm động vật nguyên sinh (Protozoa), luân trùng (Rotifera), giáp xác râu ngành (Cladocera), giáp xác chân chèo (Copepoda) và các nhóm sống nổi tạm thời (Nhóm khác) gồm có các ấu trùng của hai mảnh vỏ (Bivalvia), chân bụng (Gastropoda), giáp xác lớn (Malacostraca), giun nhiều tơ (Polychaeta), côn trùng thủy sinh (Insecta), giáp xác bơi nghiêng (Amphipoda), sứa (Hydrozoa), giáp xác có vỏ (Ostracoda), giun tròn (Nematoda). Trong đó, Protozoa có số loài cao nhất với 31 loài chiếm 37%, kể đến là Rotifera 29 loài (35%), Copepoda với 12 loài (14%), các nhóm PSDV còn lại biến động từ 3-9 loài (4-11%) (Hình 3.17).



Hình 3.17. Cấu trúc thành phần loài ĐVPS vùng nuôi tôm-lúa

Protozoa có tổng số loài cao nhất do đây là nhóm sinh vật phân bố rộng và thường có thành phần loài cao hơn trong môi trường nước lợ-mặn. Ngoài ra, Rotifera cũng có thành phần loài khá cao, Rotifera phát triển mạnh cho thấy môi trường nước có mức độ dinh dưỡng cao vì đây là nhóm sinh vật chỉ thị cho môi trường giàu dinh dưỡng (Herzig, 1987). Rotifera có khả năng sinh sản đơn tính nên chúng phát triển nhanh và là nguồn thức ăn ban đầu cho tôm ở giai đoạn nhỏ. Copepoda cũng có số loài khá cao, chúng thường có thành phần loài cao hơn ở môi trường nước lợ-mặn. Ngoài ra, sự hiện diện của ĐVPS sống nổi tạm thời qua các đợt khảo sát đã góp phần làm tăng tính đa dạng ĐVPS ở khu vực khảo sát.

Kết quả từ Hình 3.18 cho thấy tổng số loài ĐVPS qua các đợt nghiên cứu có số loài thấp trong vụ tôm và cao hơn trong vụ lúa. Tổng số loài ĐVPS ở vùng nuôi tôm sù-lúa luân canh biến động từ 24-48 loài. Thành phần loài của Protozoa, Rotifera, Cladocera, Copepoda và nhóm khác biến động từ 7-23 loài, 4-22 loài, 0-2 loài, 4-7 loài và 4-5 loài tương ứng.

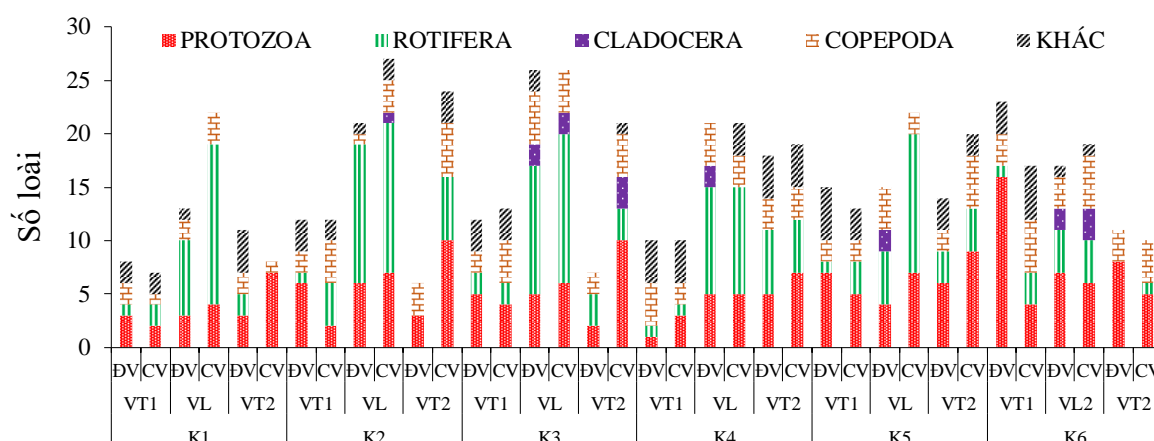


Hình 3.18. Thành phần loài ĐVPS vùng nuôi tôm-lúa

Thành phần loài Rotifera tăng cao trong vụ lúa khi môi trường nước có độ mặn giảm thấp do chúng có đặc tính phân bố chủ yếu trong môi trường nước ngọt. Ngoài ra, Cladocera cũng được tìm thấy chủ yếu trong vụ lúa và cuối vụ tôm 2023 nhưng với số loài rất thấp. Protozoa có số loài cao nhất vào đầu vụ tôm 2022 khi môi trường nước có độ mặn tăng cao nhất (22,3-30,4 ‰). Một số giống ĐVPS đã ghi nhận gồm *Arcella*, *Difflugia*, *Tintinnopsis* (Protozoa), *Anuraeopsis*, *Brachionus*, *Filinia*, *Keratella*, *Polyathra*, *Trichocerca* (Rotifera), *Moina*, *Diaphanosoma* (Cladocera), *Acartia*, *Mesocyclops*, *Microcyclops*, *Oithona*, *Microsetella* (Copepoda), ấu trùng của Bivalvia, Gastropoda và Polychaeta.

Thành phần loài ĐVPS biến động khá cao qua các đợt khảo sát với số loài từ 6-47 loài. Số loài ĐVPS tại các điểm thu mẫu có xu hướng cao ở vụ lúa và thấp ở vụ tôm (Hình 3.19). Vào cuối vụ lúa môi trường nước có hàm lượng vật chất hữu cơ cao được thể hiện qua hàm lượng COD tăng cao là điều kiện thuận lợi cho ĐVPS gia tăng thành phần loài. Các nhóm ĐVPS có số loài biến động từ 1-16 loài, 1-15 loài, 1-3 loài, 1-5 loài, và 1-5 loài tương ứng cho Protozoa, Rotifera, Cladocera, Copepoda và nhóm khác. Các điểm thu K1-K5 và K6 có cấu trúc thành phần loài tương đối giống nhau và biến động lớn qua các đợt khảo sát. Rotifera có thành phần loài cao trong vụ lúa và thấp hơn trong vụ tôm, nguyên nhân là do trong vụ lúa môi trường nước có độ mặn thấp nên thích hợp cho các giống loài Rotifera phát triển. Rotifera có đặc tính

phân bố chủ yếu trong môi trường nước ngọt nên có thành phần loài cao hơn các nhóm khác và là sinh vật chỉ thị cho môi trường nước giàu dinh dưỡng (Berzins & Pejler, 1987). Thành phần loài Protozoa đạt giá trị cao vào cuối vụ tôm ở hầu hết các điểm thu mẫu. Ngược lại ở điểm K6 thành phần loài ĐVPS đạt cao nhất vào đầu vụ tôm, các đợt sau đó thành phần loài ĐVPS có xu hướng giảm và thấp nhất ở vụ tôm 2023 (10-11 loài). Các giống loài thuộc Cladocera được tìm thấy khá ít và chủ yếu tìm thấy ở vụ lúa do chúng phân bố chủ yếu trong môi trường nước ngọt. Một số hoạt động NTTS cũng ảnh hưởng đến sự phân bố của quần thể ĐVPS ở khu vực thu mẫu. Nhìn chung, thành phần loài ĐVPS vùng nuôi tôm - lúa biến động phụ thuộc vào tính chất mùa vụ và điều kiện môi trường nước.



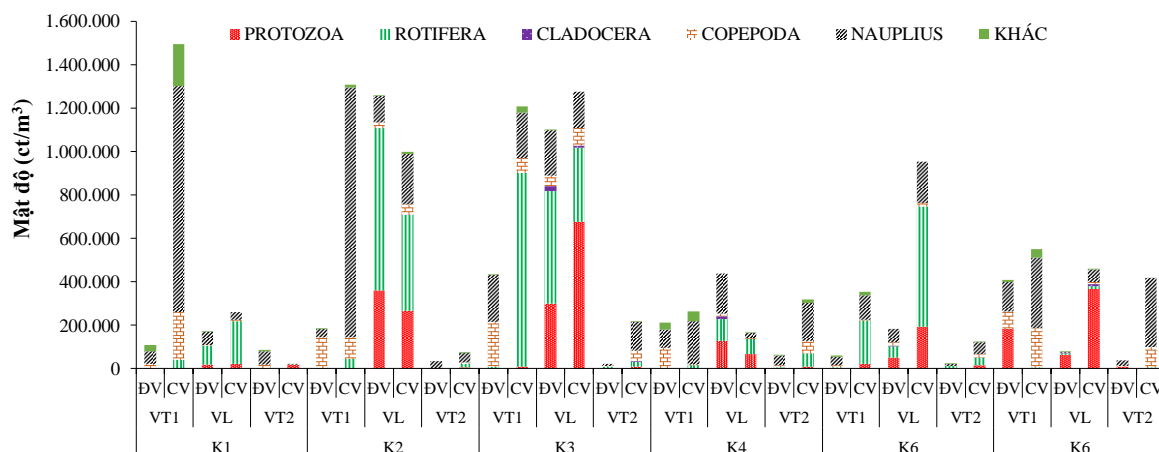
Hình 3.19. Biến động thành phần loài ĐVPS vùng nuôi tôm-lúa luân

Ghi chú: ĐV: đầu vụ; CV: cuối vụ; VT22: vụ tôm sú 2022; VL22: vụ lúa 2022; VT23: vụ tôm sú 2023

Số lượng động vật phù sinh

Mật độ động vật phù sinh biến động khá cao qua các đợt khảo sát cũng như giữa các điểm thu mẫu, dao động từ 22.678 đến 1.495.000 ct/m³ (Hình 3.20). Vào cuối vụ tôm, mật độ ĐVPS tăng rất cao so với đầu vụ ở hầu hết các điểm khảo sát. Ở giai đoạn này Copepoda và ấu trùng Nauplius của Copepoda luôn chiếm ưu thế, đặc biệt ở điểm K1 và K2 với tổng mật độ Copepoda và ấu trùng Nauplius của Copepoda ghi nhận lần lượt là 1.259.375 ct/m³ và 1.259.350 ct/m³ tương ứng cho các điểm thu K1 và K2. Mật độ tăng cao vào cuối vụ tôm đã cung cấp nguồn thức ăn cho ĐVPS, từ đó làm gia tăng mật độ ĐVPS. Kết quả này cũng được thể hiện rõ thông qua hàm

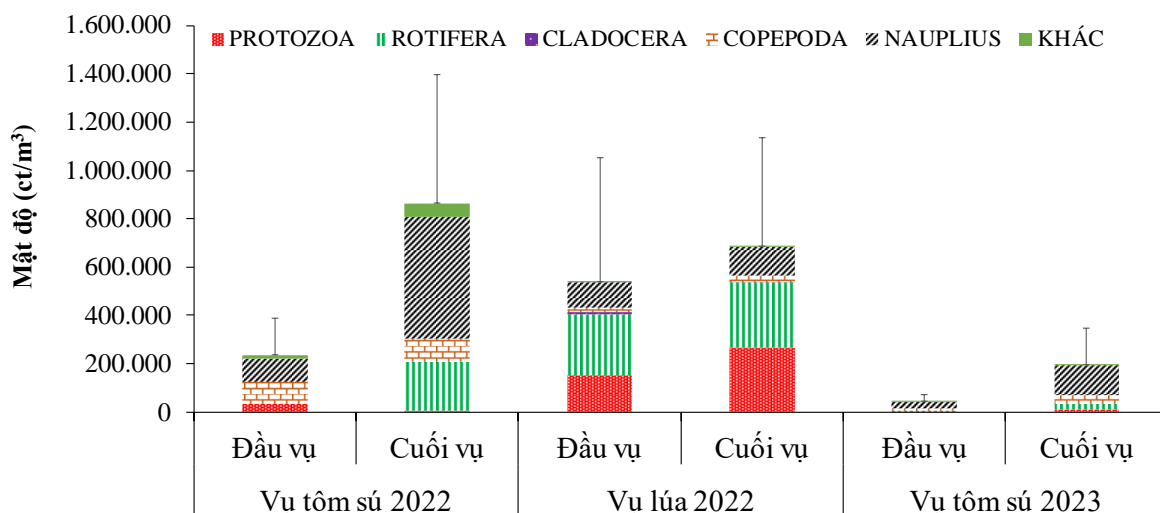
lượng chlorophyll-a tăng cao ở điểm K1 và K2 vào cuối vụ tôm 2022. Riêng điểm K3 vào cuối vụ tôm 2022 có sự khác biệt về mật độ ĐVPS so với các điểm thu khác. Copepoda không chiếm mật độ cao mà thay vào đó là sự ưu thế của Rotifera với sự phong phú của loài luân trùng *Brachionus plicatilis* (892.500 ct/m³) trùng hợp với thời điểm hàm lượng TN đạt cao nhất trong số các điểm khảo sát, đây là loài phân bố đặc trưng trong môi trường nước lợ-mặn.



Hình 3.20. Biến động mật độ ĐVPS tại các điểm thu mẫu

Ghi chú: ĐV: đầu vụ; CV: cuối vụ; VT22: vụ tôm sú 2022; VL22: vụ lúa 2022; VT23: vụ tôm sú 2023

Sự góp phần của Rotifera trong thủy vực có thể tăng lên cùng với sự gia tăng mức độ dinh dưỡng của thủy vực (Park & Marshall, 2000). Ở vụ lúa, mật độ Protozoa cũng tăng cao, đặc biệt ở kênh 2 và kênh 3 cho thấy môi trường nước có hàm lượng vật chất hữu cơ cao vào giai đoạn này. Ngoài ra, Rotifera cũng có mật độ khá cao ở hầu hết các điểm khảo sát trong vụ lúa. Sự phân bố và mức độ phong phú của các loài ĐVPS phụ thuộc vào điều kiện môi trường nước như: độ mặn, nhiệt độ, oxy hòa tan và một số yếu tố khác. Nhìn chung, mật độ ĐVPS có xu hướng tăng ở cuối vụ tôm do môi trường nước có hàm lượng dinh dưỡng cao, trong đó Rotifera và Nauplius của Copepoda chiếm tỉ lệ cao hơn các nhóm còn lại. Copepoda chứa nhiều acid amin và các acid béo thiết yếu đối với động vật thủy sản và đặc biệt là trong quá trình sinh trưởng và phát triển của thủy sinh vật.



Hình 3.21. Mật độ ĐVPS trung bình ở vùng nuôi tôm-lúa luân canh

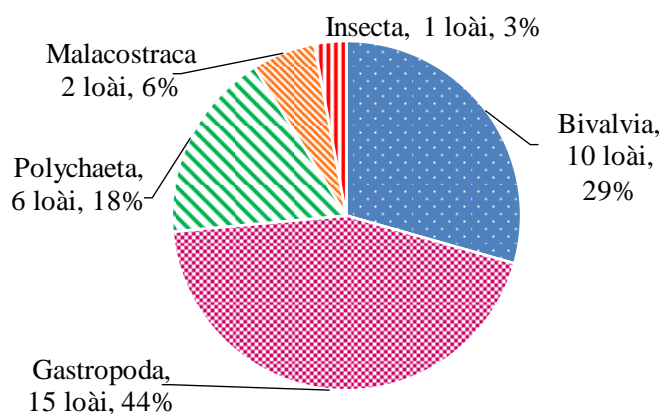
Tóm lại, mật độ ĐVPS thay đổi đáng kể giữa các vụ lúa và vụ tôm và có xu hướng tăng cao vào cuối vụ (Hình 3.21). Mật độ Copepoda và ấu trùng của chúng đạt tỉ lệ cao vào cuối vụ tôm, trong khi Rotifera và Protozoa chiếm ưu thế trong vụ lúa thể hiện sự khác biệt về đặc tính phân bố của ĐVPS theo mùa vụ và do ảnh hưởng của các thông số môi trường nước. Copepoda là nguồn thức ăn quan trọng hơn so với tảo khuê trong ao nuôi, tôm sẽ tăng trưởng cao hơn khi sử dụng nhiều copepod (Bombero *et al.*, 1993). Cladocera có mật độ rất thấp và được ghi nhận hầu hết trong vụ lúa. Một số nghiên cứu cũng cho thấy nhiệt độ nước, hàm lượng oxy hòa tan và hàm lượng dinh dưỡng trong nước giữ vai trò quan trọng trong việc kiểm soát tính đa dạng và mật độ của Cladocera (Golmarvi *et al.*, 2017). Các nhóm sống nổi tạm thời được tìm thấy chủ yếu vào cuối vụ tôm 2022 với sự xuất hiện của ấu trùng động vật thân mềm như Bivalvia và Gastropoda.

3.2.2.3. Động vật đáy (ĐVD)

Thành phần loài động vật đáy

Thành phần loài ĐVD tại khu vực nghiên cứu ghi nhận tổng cộng 34 loài thuộc 5 lớp, 3 ngành. Trong đó, lớp Bivalvia và Gastropoda thuộc ngành thân mềm (Mollusca) có thành phần loài cao nhất với 25 loài (73%), tiếp theo là Malacostraca và Insecta thuộc ngành chân khớp (Arthropoda) ghi nhận được 3 loài (9%) và thấp

nhất là Polychaeta ngành giun đốt (Annelida) tìm thấy 6 loài (18%) (Hình 3.22). Kết quả này tương tự với nghiên cứu của Âu Văn Hóa và cs. (2022), thành phần loài ĐVĐ tại khu vực nuôi tôm vào mùa mưa tỉnh Cà Mau đã ghi nhận được 34 loài thuộc 5 lớp, 3 ngành. Trong đó, ngành Mollusca chiếm tỉ lệ cao nhất với 22 loài (64,8%), ngành Annelida và Arthropoda có số loài bằng nhau, xác định được 6 loài (17,6%).



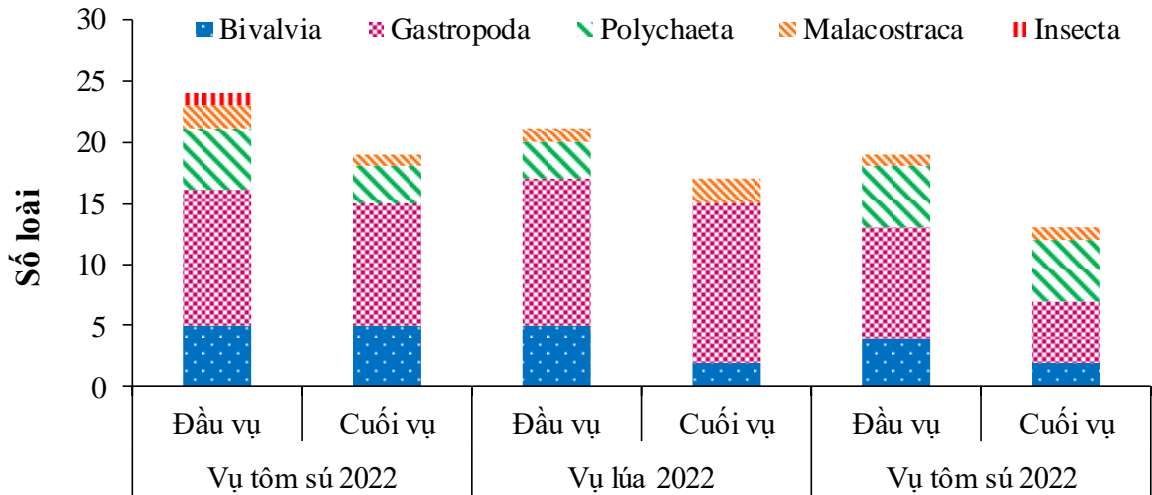
Hình 3.22. Cấu trúc thành phần loài ĐVĐ vùng nuôi tôm-lúa luân canh

Tổng số loài ĐVĐ biến động từ 13-24 loài qua các đợt khảo sát ở vùng nghiên cứu. Thành phần loài ĐVĐ có xu hướng cao ở đầu vụ và giảm thấp hơn vào cuối vụ tôm hoặc vụ lúa (Hình 3.23).

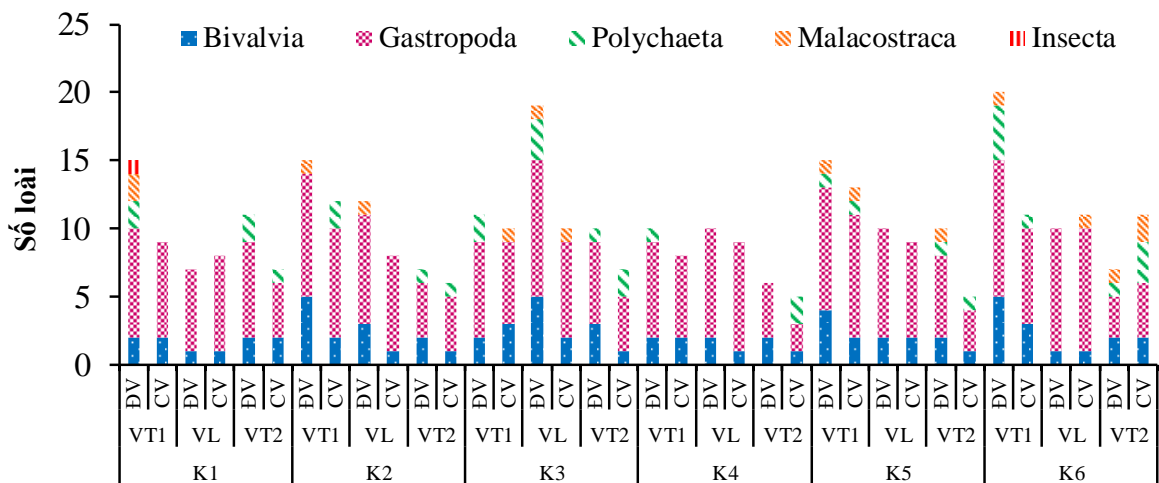
Ở mỗi đợt khảo sát đều tìm thấy sự hiện diện của các nhóm ĐVĐ phổ biến, các nhóm ĐVĐ có số loài biến động từ 2-5 loài, 5-13 loài, 1-5 loài, 1-2 loài và 0-1 loài tương ứng cho Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, Malacostraca và Insecta. Kết quả cũng thể hiện Gastropoda có thành phần cao nhất qua các đợt thu mẫu. Các loài thuộc Polychaeta không được ghi nhận vào cuối vụ lúa do đây là nhóm sinh vật thường thích nghi với môi trường nước lợ-mặn nên khi độ mặn giảm thấp thì không tìm thấy sự hiện diện của chúng ở hầu hết các điểm thu mẫu. Ấu trùng Insecta chỉ tìm thấy ở kênh 1 vào đầu vụ tôm. Thành phần loài Bivalvia giảm thấp vào cuối vụ lúa, trong khi thành phần loài của Gastropoda gia tăng vào giai đoạn này.

Qua các đợt khảo sát, thành phần loài ĐVĐ tại các điểm thu mẫu biến động từ 5-20 loài, trong đó Gastropoda có số loài cao hơn các nhóm còn lại ở hầu hết các điểm nghiên cứu (Hình 3.24). Số loài ĐVĐ tại các điểm thu mẫu biến động từ 7-15 loài, 6-

15 loài, 7-19 loài, 6-10 loài, 5-15 loài và từ 7-20 loài tương ứng cho các điểm K1-K5 và K6. Hầu hết các điểm thu mẫu đều có thành phần loài ĐVĐ cao ở đầu vụ và giảm thấp ở cuối vụ tôm hoặc vụ lúa. Các giống ĐVĐ thường gặp như *Mytilus* (Bivalvia), *Pomacea*, *Stenothyra*, *Melanoides*, *Sermyla*, *Tarebia*, *Thiara* (Gastropoda).



Hình 3.23. Thành phần loài động vật đáy vùng nuôi tôm-lúa luân canh



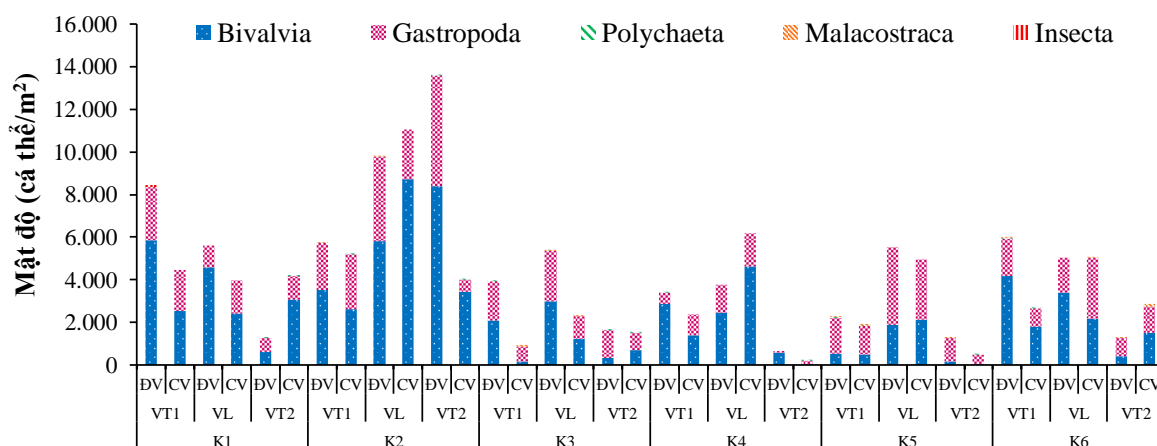
Hình 3.24. Biến động mật độ ĐVĐ tại các điểm thu mẫu

Ghi chú: ĐV: đầu vụ; CV: cuối vụ; VT22: vụ tôm sú 2022; VL22: vụ lúa 2022; VT23: vụ tôm sú 2023

Số lượng động vật đáy

Mật độ ĐVĐ biến động khá cao qua các đợt khảo sát, dao động từ 207-13.587 ct/m², trong đó Gastropoda và Bivalvia chiếm ưu thế ở hầu hết các điểm thu mẫu (Hình 3.25). Mật độ các nhóm ĐVĐ biến động từ 13-8.720 ct/m², 87-5.200 ct/m², 3-

37 ct/m², 3-100 ct/m² và 0-3 ct/m² tương ứng với các nhóm Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta, Malacostraca và Insecta. Số lượng ĐVĐ biến động khá cao trong vụ tôm, thường cao vào đầu vụ và giảm thấp vào cuối vụ. Tuy nhiên ở vụ lúa, mật độ ĐVĐ ít biến động giữa đầu vụ và cuối vụ. Các điểm thu K1 và K2 có mật ĐVĐ cao hơn các điểm thu khác. Mật độ ĐVĐ tại các điểm thu biến động từ 1.273-8.387 ct/m², 4.000-13.587 ct/m², 923-5.393 ct/m², 207-6.167 ct/m², 500-5.517 ct/m² và 1.293-5.990 ct/m² tương ứng cho các điểm K1-K5 và K6. Mật độ ĐVĐ đạt cao nhất vào đầu vụ tôm 2023 (13.587 ct/m²) với sự ưu thế của hai loài ốc đing thuộc họ Thiaridae như *Sermyla riqueti* với mật độ 1.820 ct/m² và *Tarebia granifera* với mật độ 3.280 ct/m² chỉ thị nên đáy thủy vực bị ô nhiễm hữu cơ.



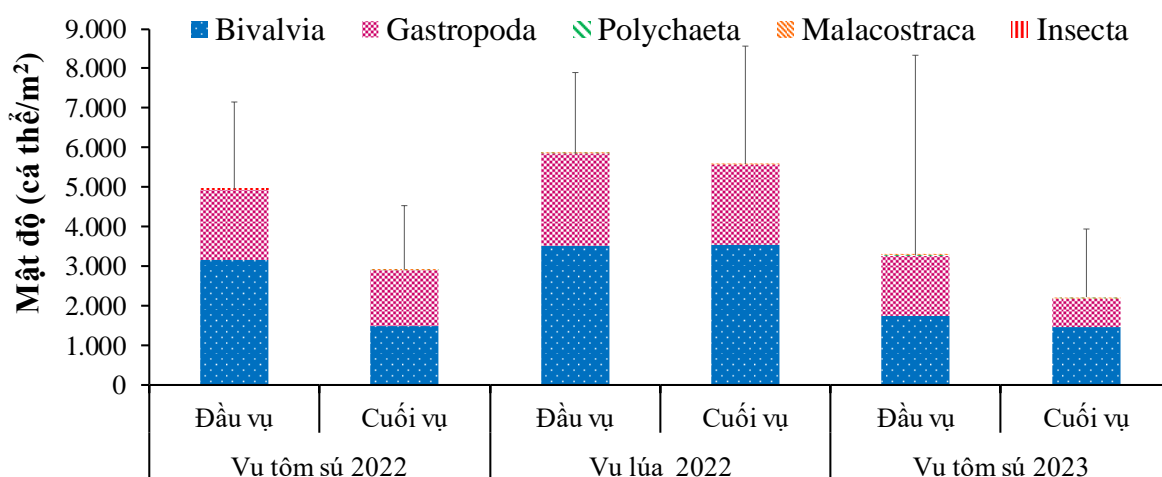
Hình 3.25. Biến động mật độ ĐVĐ tại các điểm thu mẫu

Ghi chú: ĐV: đầu vụ; CV: cuối vụ; VT22: vụ tôm sú 2022; VL22: vụ lúa 2022; VT23: vụ tôm sú 2023

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự phát triển của các loài ĐVĐ không chỉ phụ thuộc vào điều kiện dinh dưỡng trong môi trường nước mà còn phụ thuộc vào hàm lượng vật chất hữu cơ và tính chất nền đáy của thủy vực vì nền đáy mềm với hàm lượng vật chất hữu cơ cao tạo nguồn thức ăn đa dạng cung cấp nguồn dinh dưỡng góp phần tạo nên sự phong phú của các nhóm sinh vật đáy (Aura *et al.*, 2011).

Tóm lại, mật độ ĐVĐ trung bình ở khu vực nuôi tôm sú-lúa luân canh nhìn chung đạt khá cao và biến động từ 2.208 ± 2.207 đến 4.941 ± 1.707 ct/m² (Hình 3.26). Mật độ ĐVĐ ở vụ lúa cao hơn vụ tôm do ở vụ lúa môi trường nước có hàm lượng vật

chất hữu cơ cao hơn (thể hiện qua hàm lượng COD), và hàm lượng TP trong bùn đáy cao hơn nên thích hợp cho các loài thuộc nhóm Gastropoda và Bivalvia phát triển. Nghiên cứu của [Âu Văn Hóa và cs. \(2022\)](#) về đa dạng thành phần loài động vật đáy ở khu vực nuôi tôm vào mùa mưa tỉnh Cà Mau cũng cho thấy thành phần loài và mật độ lớp Gastropoda chiếm cao nhất ở vùng nghiên cứu.



Hình 3.26. Mật độ ĐVĐ trung bình

3.2.3 Đánh giá chung ảnh hưởng của hiện trạng các chỉ tiêu kinh tế-xã hội, kỹ thuật, các yếu tố môi trường đến phát triển mô hình tôm - lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

3.2.3.1. Hiện trạng kinh tế-xã hội:

Thu nhập từ mô hình tôm-lúa hiện tại còn thấp và không ổn định, ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như giá cả thị trường và chi phí sản xuất. Đời sống của người dân phụ thuộc vào mùa vụ, khiến họ gặp nhiều khó khăn trong việc duy trì thu nhập ổn định.

Trình độ kỹ thuật và nhận thức của người dân về mô hình nuôi hữu cơ còn hạn chế. Điều này cản trở việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật tiên tiến và hiệu quả vào sản xuất.

Sự hỗ trợ từ chính quyền địa phương và các tổ chức còn chưa đủ để thúc đẩy mạnh mẽ mô hình tôm-lúa hữu cơ.

3.2.3.2. Yếu tố kỹ thuật:

Kỹ thuật nuôi tôm-lúa hiện tại chủ yếu dựa trên kinh nghiệm truyền thống, chưa được cải tiến nhiều theo hướng hữu cơ. Việc thiếu các quy trình chuẩn và công nghệ tiên tiến gây khó khăn trong việc nâng cao năng suất và chất lượng sản phẩm.

Hiện trạng quản lý và kiểm soát dịch bệnh còn yếu kém, dẫn đến nhiều rủi ro trong quá trình nuôi trồng.

Cơ sở hạ tầng phục vụ cho mô hình tôm-lúa còn thiếu và chưa đồng bộ, gây khó khăn trong việc áp dụng các biện pháp kỹ thuật hiện đại.

3.2.3.3. Yếu tố môi trường:

Chất lượng nước và đất trong khu vực nuôi tôm-lúa bị ảnh hưởng bởi xâm nhập mặn và ô nhiễm môi trường. Điều này tác động xấu đến sự phát triển của tôm và lúa.

Sự biến đổi khí hậu và các hiện tượng thời tiết cực đoan như mưa lớn, hạn hán và bão lũ ảnh hưởng tiêu cực đến mô hình tôm-lúa.

3.2.3.4 Đánh giá và so sánh với Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-8:2018 về Nông nghiệp hữu cơ - Phần 8: Tôm hữu cơ

Hiện trạng chất lượng nước và đất tại Thới Bình cần được cải thiện đáng kể để đạt tiêu chuẩn hữu cơ. Việc thiếu các biện pháp xử lý tự nhiên và sử dụng hóa chất hiện tại không phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 11041-8:2018.

Mô hình hiện tại vẫn phụ thuộc vào thức ăn công nghiệp, chưa chuyển đổi hoàn toàn sang thức ăn hữu cơ, cần có sự thay đổi để tuân thủ tiêu chuẩn.

Cần tăng cường các biện pháp phòng ngừa dịch bệnh tự nhiên và giảm thiểu việc sử dụng kháng sinh, hóa chất trị bệnh.

Kỹ thuật nuôi trồng cần được cải tiến để đáp ứng các yêu cầu của tiêu chuẩn hữu cơ, bao gồm quy trình chăm sóc tôm và lúa.

Cần có các biện pháp bảo vệ môi trường và duy trì hệ sinh thái bền vững, giảm thiểu tác động tiêu cực từ hoạt động nuôi trồng.

Để phát triển mô hình tôm-lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau, cần có các cải tiến đáng kể về kinh tế-xã hội, kỹ thuật và quản lý môi trường. Việc tuân thủ Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-8:2018 về tôm hữu cơ sẽ giúp đảm bảo sản phẩm đạt chất lượng cao, bền vững và đáp ứng yêu cầu của thị trường.

3.3. Kết quả thực nghiệm và đề xuất các giải pháp phát triển mô hình tôm - lúa theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

3.3.1 Nghiên cứu thực nghiệm

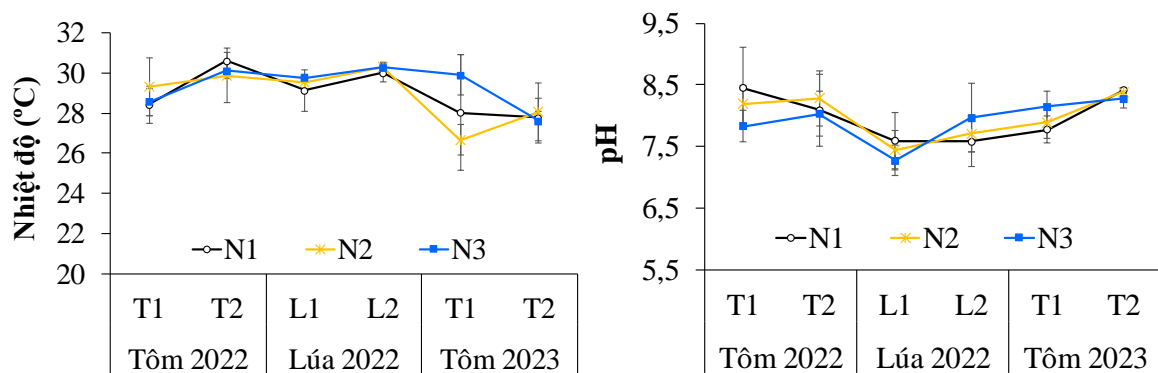
3.3.1.1. Chất lượng nước và bùn đáy trong các mô hình thực nghiệm

Các yếu tố thủy lý hóa

o Nhiệt độ (°C) và pH

Nhiệt độ tại các ao nuôi trong các mô hình dao động từ 25,6-32,1°C, trung bình 29,1±1,4 °C. Theo đó, nhiệt độ trong vụ tôm sú thấp hơn (khoảng 1°C) so với vụ lúa, với mức trung bình 28,8±1,6°C và 29,8±0,6°C tương ứng (Hình 3.27). Ở vụ tôm sú 2023, nhiệt độ trung bình ở các nhóm 1, nhóm 2, và nhóm 3 dao động lần lượt là 28,85°C, 27,6 °C, và 28,5°C. Nhìn chung, nhiệt độ giữa các nhóm khác biệt không đáng kể, và thích hợp cho sự phát triển của tôm. Theo Boyd (2015), nhiệt độ thích hợp cho động vật thủy sản vùng nhiệt đới dao động từ 25-30°C.

pH trong mô hình nghiên cứu khá biến động và có khuynh hướng giảm thấp hơn vào vụ lúa. pH ở các ao biến động từ 7,06-9,13, trung bình đạt 8,0±0,5. Vụ tôm sú pH nước cao hơn vụ lúa với giá trị trung bình 8,1±0,4 và 7,6±0,4 tương ứng (Hình 4.35). Mặc dù có sự biến động nhưng pH vẫn nằm trong khoảng phù hợp cho sự phát triển của tôm sú và đặc biệt tôm càng xanh nuôi xen canh trong vụ lúa. pH của vụ tôm sú 2023, khoảng pH ở các nhóm biến động lần lượt là 7,75-8,47, 7,61-8,43 và 7,9-8,51. pH dao động từ 6,0-9,0 được xem là phù hợp cho giáp xác nói chung.

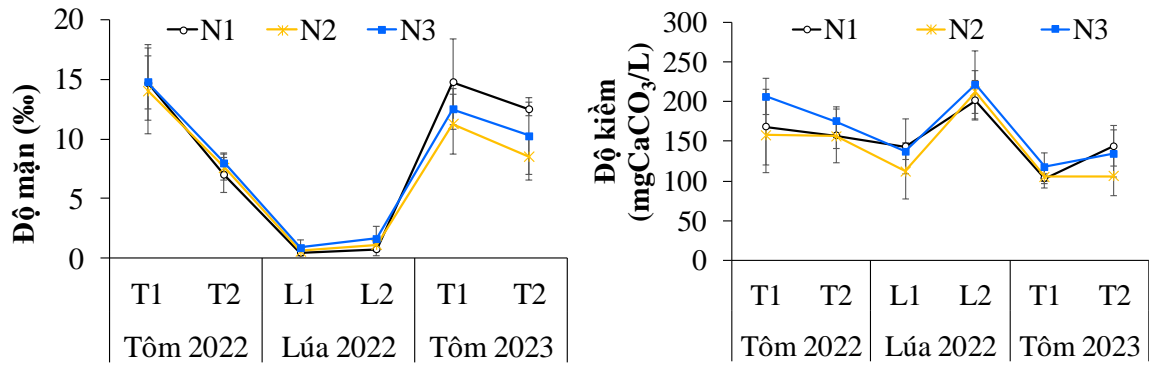


Hình 3.27. Biến động nhiệt độ và pH trong mô hình thực nghiệm

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

o Độ mặn (‰) và độ kiềm (mgCaCO₃/L)

Trong mô hình, độ mặn đạt rất cao vào đầu vụ tôm với dao động 9,8-18,6‰, do đây là thời điểm mùa khô nên chịu ảnh hưởng của quá trình xâm nhập mặn. Độ mặn có sự chênh lệch giữa các nhóm mô hình trong vụ tôm 2023 (khoảng 9‰) do thời điểm cấp nước vào mỗi ao khác nhau. Vào cuối vụ tôm (tháng 7), đây là giai đoạn đầu mùa mưa nên độ mặn giảm nhanh với giá trị từ 5,0-13‰ (Hình 3.28). So với năm 2022 thì độ mặn ghi nhận vào cuối vụ tôm năm 2023 ở các ao cao hơn, với trung bình là $7,5 \pm 1,1‰$ và $10,4 \pm 2,6‰$ tương ứng. Độ mặn ở các nhóm ao dao động lần lượt là 10-18‰, 6-15‰ và 7-14‰. Nhìn chung, độ mặn ở các ao khá phù hợp cho tôm nuôi mặc dù theo Ravichandran and Jajanthi (2006) thì độ mặn tối ưu cho nuôi tôm biển là 15-25‰. Tuy nhiên, nghiên cứu của Motoh (1981) cho thấy tôm sú giai đoạn hậu ấu trùng có khả năng điều hòa áp suất thẩm thấu ở độ mặn 0-60‰. Giai đoạn ấu niên và trưởng thành có thể sinh trưởng tốt ở độ mặn thấp 2‰ (Chien, 1992) và phù hợp cho nuôi tôm sú thương phẩm dao động 7,5-34‰ (Krishnani *et al.*, 2006).



Hình 3.28. Biến động độ mặn và độ kiềm trong mô hình thực nghiệm

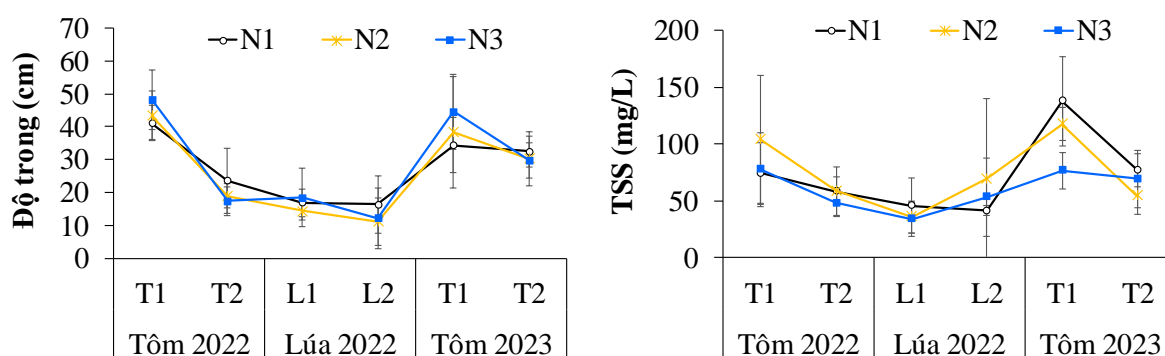
(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

Độ kiềm ở các nhóm ao thí điểm dao động 103,4-221,5 mgCaCO₃/L, với trung bình 153,5±38,3 mgCaCO₃/L. Theo đó, độ kiềm ghi nhận vào vụ tôm 2022 cao hơn so với năm 2023 với trung bình 170,4±19,4 và 118,5±17,3 mgCaCO₃/L tương ứng (Hình 4.28). Đặc biệt, độ kiềm vào cuối vụ lúa khá cao, với trung bình 211,8±10 mgCaCO₃/L mặc dù độ mặn dao động từ 0,5-1,0‰ (nước ngọt). Ở các nhóm ao thử nghiệm 1, 2, 3 dao động lần lượt là 98,8-174,3 mgCaCO₃/L, 72,0-129,8 mgCaCO₃/L và 98,9-162,6 mgCaCO₃/L mgCaCO₃/L. Độ kiềm trong nước chủ yếu do hàm lượng OH⁻, HCO₃⁻ và CO₃²⁻ gây ra. Theo Boyd (2015) thì nước có độ kiềm từ 150-300 mgCaCO₃/L được đánh giá là nước có độ kiềm cao, lớn hơn 300 mgCaCO₃/L gọi là nước có độ kiềm rất cao và độ kiềm tối ưu cho nuôi tôm là từ 80-160 mgCaCO₃/L (Boyd, 1998). Theo đề xuất của Ravichandran and Jajanthi (2006) thì nguồn nước cấp có độ kiềm khoảng 200 mg CaCO₃/L là phù hợp cho tôm biển.

○ Độ trong (cm) và TSS (mg/L)

Độ trong đo bằng đĩa secchi là chỉ tiêu được sử dụng để đánh giá năng suất sinh học sơ cấp (tảo) thông qua màu nước của ao nuôi. Trong mô hình, độ trong ở các ao vào vụ tôm 2022 và 2023 có khuynh hướng cao vào đầu vụ và thấp dần về cuối vụ nuôi, với dao động 11,3-57,4 cm và 13,3-53,7 cm tương ứng (Hình 3.29). Trong khi, độ trong vào vụ lúa duy trì ở mức thấp hơn, đạt mức trung bình dao động 5-30,3 cm. Trong vụ tôm sú 2023, độ trong ở nhóm 1, nhóm 2 và nhóm 3 dao động lần lượt là 25,7-46 cm, 13,3-50 cm và 23,0-53,7 mg/L. Độ trong giảm dần do sự phát triển của tảo

và sự hiện diện vật chất lơ lửng khác như bùn, sét, cát hoặc phù sa.... Khi độ trong thấp biểu thị tảo phát triển quá mức, gây hiện tượng thiếu oxy trong ao, ngược lại độ trong quá cao biểu thị năng suất sinh vật sơ cấp (tảo) không đáp ứng đủ nguồn thức ăn trong thủy vực và nước trong quá sẽ dẫn tới vấn đề tảo/rong đáy phát triển ảnh hưởng đến tôm nuôi. Độ trong từ 20-40 cm là phù hợp đối với ao nuôi thủy sản và ngưỡng khuyến cáo đối với nuôi tôm biển từ 25-40 cm (Boyd, 1998). Nhìn chung, một số ao nuôi có độ trong cao vào đầu vụ tôm, chứng tỏ ao nghèo dinh dưỡng, mật độ tảo thấp.



Hình 3.29. Biến động độ trong và TSS trong mô hình thực nghiệm

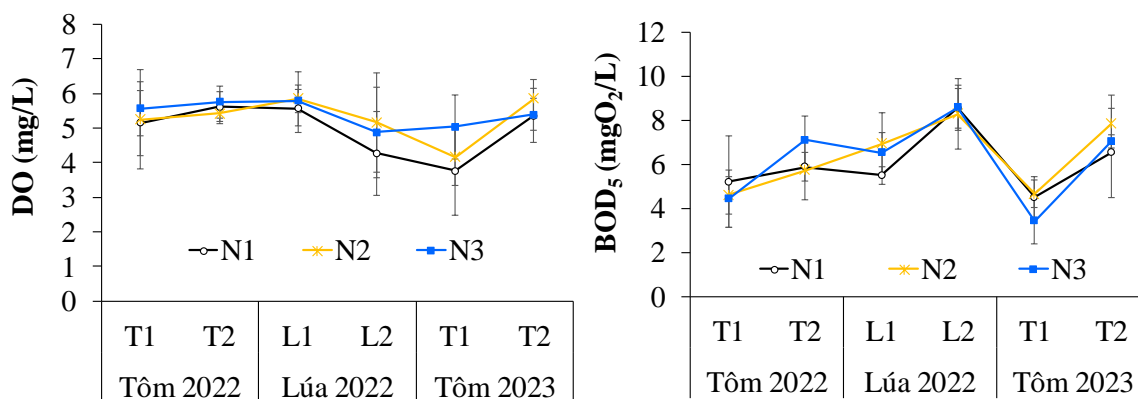
(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

Tổng chất rắn lơ lửng (TSS) trong mô hình khá biến động và có khuynh hướng giảm về cuối vụ tôm và vụ lúa. TSS trong các ao phần lớn vào lượng phù sa, keo khoáng, vật chất hữu cơ từ nguồn nước cấp, thay nước, chảy tràn từ bờ ao và tảo phát triển. Nếu TSS trong ao ở mức vừa phải và do tảo gây ra thì rất tốt cho môi trường sống của tôm (Boyd, 2001). Theo Krishnani *et al.* (2006) hàm lượng TSS cho tôm nước lợ phải nhỏ hơn 100 mg/L. Kết quả cho thấy TSS ở các ao tôm dao động từ 16-181 mg/L (Hình 3.29). Trong đó, vụ lúa có hàm lượng TSS đạt mức trung bình $46,7 \pm 32,9$ mg/L, thấp hơn so với vụ tôm năm 2022 và 2023 với trung bình $70,3 \pm 32,9$ và $88,7 \pm 35,8$ mg/L tương ứng. Hàm lượng TSS ở vụ nuôi tôm sú năm 2023 ở các nhóm thử nghiệm lần lượt là 60,0-178 mg/L, 31,0-138 và 46,0-104 mg/L. Kết quả nghiên cứu hiện tại tương đối thấp hơn nghiên cứu bởi Hoa *et al.* (2003) là các ao tôm - lúa ở Sóc Trăng có hàm lượng TSS dao động từ 64,7-249,5 mg/L. Thực tế cho thấy rằng do nghiên cứu chỉ thu

mẫu vào đầu vụ và cuối vụ nên cũng còn nhiều giới hạn trong quá trình đánh giá. Nhìn chung, TSS trong mô hình vẫn còn ở mức phù hợp cho tôm nuôi.

○ **DO và BOD₅ (mg/L)**

Oxy hòa tan (DO) trong ao có sự chênh lệch giữa các thời điểm thu mẫu, với dao động từ 2,78-6,99 mg/L. Trong đó, DO ghi nhận vào vụ tôm năm 2022 và 2023 chênh lệch không đáng kể, đạt mức $5,46 \pm 0,76$ và $4,93 \pm 1,06$ mg/L tương ứng (Hình 3.30). Hàm lượng DO ở các nhóm 1, 2, 3 trong thử nghiệm lần lượt dao động từ 2,78-6,28 mg/L, 3,21-6,38 mg/L, 4,26-6,21, DO là chỉ tiêu biến động ngày đêm nên các giá trị đạt được rất phụ thuộc vào thời điểm thu mẫu. Trong nghiên cứu này, thời điểm mẫu 7:00-9:00 sáng nên quá trình quang hợp của tảo cũng làm tăng hàm lượng oxy trong nước. Do đó, DO trong mô hình sẽ thấp hơn vào các thời điểm còn lại trong ngày và có thể ảnh hưởng đến tôm nuôi. Duy trì mực nước cao từ 1,2-1,5 m và quản lý tảo ổn định cũng là một trong những giải pháp quản lý oxy trong ao. Hàm lượng DO tối ưu cho tôm nước lợ tốt nhất là lớn hơn 5 mg/L (Van-Wyk & Scapa, 1999; Ravichandran & Jajanthi, 2006; Boyd, 2015).



Hình 3.30. Biến động DO và BOD₅ trong mô hình thực nghiệm

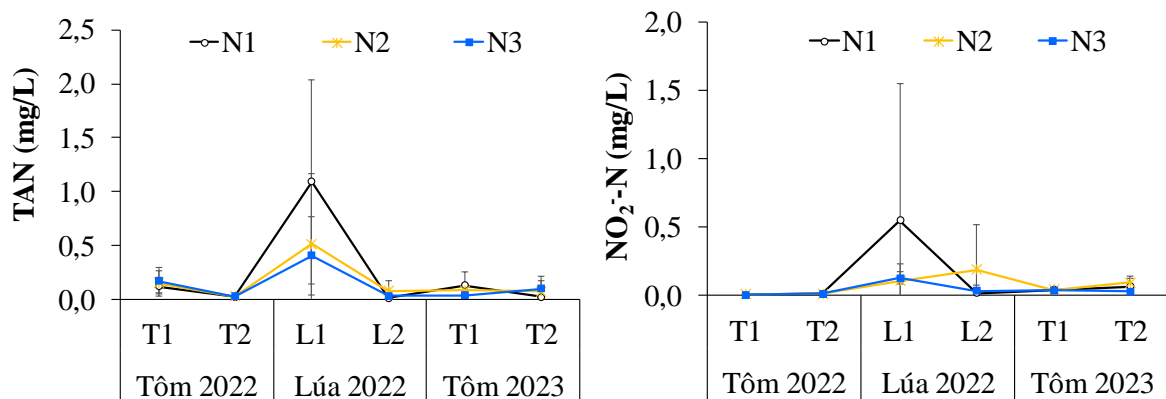
(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

BOD là chỉ tiêu để đánh giá mức độ giàu nghèo dinh dưỡng của thủy vực. Khi BOD trong nước cao là nguyên nhân làm tiêu hao oxy và biểu thị cho sự phú dưỡng trong môi trường (Nollet, 2000). Kết quả nghiên cứu cho thấy giá trị BOD ở các ao còn ở mức thấp, thể hiện dinh dưỡng ở mức độ trung bình. BOD ở các ao dao động

từ 2,04-9,66 mg/L và có khuynh hướng tăng về cuối vụ. BOD có sự chênh lệch giữa vụ tôm sú và vụ lúa. Giá trị BOD ghi nhận vào vụ lúa đạt mức $7,4 \pm 1,55$ mgO₂/L, cao hơn so với vụ tôm năm 2022 và 2023, với mức trung bình $5,5 \pm 1,47$ và $5,66 \pm 1,9$ mgO₂/L tương ứng (Hình 4.38). Theo [Krishnani et al. \(2006\)](#), giá trị BOD phù hợp hoạt động sống của tôm biển là nhỏ hơn 20 mgO₂/L và tối ưu là 10 mgO₂/L.

o TÂN và NO₂⁻ (mg/L)

Tổng đạm amon (TAN) bao gồm NH₄⁺ và NH₃ là yếu tố cần thiết cho ao tôm sú, là nguồn dinh dưỡng để tảo hấp thu trực tiếp và phát triển sinh khối. Kết quả đánh giá cho thấy TAN có chiều hướng tăng cao vào vụ lúa và thấp hơn vào thời điểm vụ tôm. Theo đó, vụ tôm năm 2022 và 2023 chênh lệch không đáng kể và có hàm lượng TAN tương đối thấp với dao động 0,006-0,325 mg/L ([Hình 3.31](#)). Trong khi đó, vào đầu vụ lúa TAN tăng cao, với dao động $0,035 \pm 2,212$ và giảm còn 0,005-0,217 mg/L vào cuối vụ lúa. Đặc biệt là nhóm mô hình 1 (N1) cao hơn đáng kể so với 2 nhóm còn lại (N2 và N3). Kết quả nghiên cứu tương đồng với nghiên cứu của [Hoa et al. \(2003\)](#) tại huyện Mỹ Xuyên, tỉnh Sóc Trăng. Theo đó, đối với những mô hình tôm - lúa ít thay nước thì hàm lượng NH₄⁺ dao động từ 0,07-0,88 mg/L, trong khi những mô hình thay nước nhiều thì NH₄⁺ dao động từ 0,10-0,92 mg/L. Khi TAN trong môi trường quá cao biểu thị môi trường phú dưỡng, tảo phát triển mạnh, khó kiểm soát biến động pH và oxy hòa tan. Do đó, [Boyd \(1998\)](#) đề nghị hàm lượng TAN thích hợp cho NTTS nói chung và tôm nước lợ nói riêng dao động từ 0,2-2 mg/L ([Boyd, 1998](#)). TAN thấp chứng tỏ môi trường nghèo dinh dưỡng, tảo kém phát triển. Theo [Krishnani et al. \(2006\)](#) hàm lượng TAN nước nuôi tôm biển dao động từ 0,1-0,4 mg/L và khi lớn hơn 2 mg/L biểu thị môi trường giàu dinh dưỡng. Ở vụ tôm sú 2023, hàm lượng TAN ở các nhóm ao theo dõi dao động lần lượt là 0,008-0,292 mg/L, 0,007-0,224 mg/L và 0,006-0,264 mg/L.



Hình 3.31. Biến động TAN và NO₂⁻ trong mô hình thực nghiệm

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

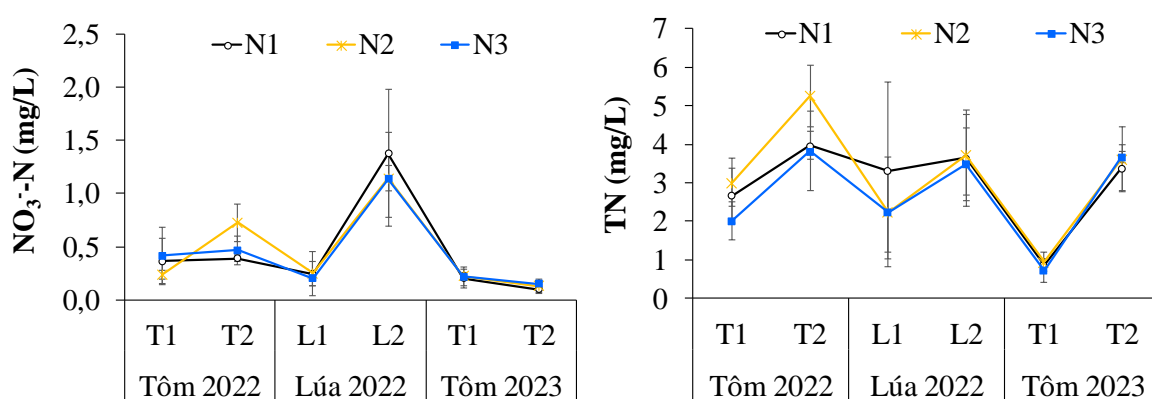
Bên cạnh đó, NO₂⁻ trong mô hình rất thấp vào vụ tôm, chỉ dao động từ 0,005-0,131 mg/L. Kết quả cho thấy giữa vụ tôm năm 2022 và 2023 chênh lệch không đáng kể, đạt mức 0,01±0,006 và 0,052±0,04 mg/L tương ứng (Hình 3.31). Tương tự như TAN, hàm lượng NO₂⁻ tăng đột ngột vào đầu vụ lúa ở nhóm 1 (N1) và giảm thấp vào vụ tôm. Dao động hàm lượng NO₂⁻ ở vụ tôm sù 2023 ở các nhóm ao 1, 2 và 3 lần lượt là 0,008-0,124 mg/L, 0,017-0,119 mg/L và 0,005-0,131 mg/L. NO₂⁻ là sản phẩm của quá trình chuyển hóa TAN trong môi trường nước. Hàm lượng TAN vào thời điểm vụ tôm khá thấp, dẫn đến hàm lượng NO₂⁻ thấp. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu của Hoa *et al.* (2003). NO₂⁻ là yếu tố gây độc đối với động vật thủy sản. Tuy nhiên, rất khó dự đoán được nồng độ an toàn của NO₂⁻ trong môi trường nước đối với thủy sinh vật vì độ độc phụ thuộc vào sự hiện diện của ion Cl⁻ trong nước. Tuy nhiên, khi ở hàm lượng 1-2 mg/L được xem là nguy hiểm đối với thủy sinh vật và tối ưu là nhỏ hơn 0,3 mg/L (Boyd, 1998; Boyd, 2015). Đối với tôm nước lợ, Krishnani *et al.* (2006) cho rằng NO₂⁻ lớn hơn 4 mg/L được xem là nguy hiểm, tối ưu là 0,02 mg/L đối với tôm biển. Như vậy, hàm lượng NO₂⁻ trong các ao là an toàn đối với tôm sù.

○ NO₃⁻ và TN

NO₃⁻ là sản phẩm của quá trình chuyển hóa đạm với sự tham gia của vi khuẩn nitrite hóa. Tuy không gây độc đối với thủy sinh vật, nhưng khi ở mức lớn hơn 10 mg/L phản ánh môi trường giàu dinh dưỡng (Boyd, 1998). Theo Ravichandran and

Jajanthi (2006), hàm lượng NO_3^- trong nguồn nước cấp cho ao nuôi tôm nước lợ nên nhỏ hơn 0,03 mg/L. Trong nghiên cứu hiện tại, hàm lượng NO_3^- ở các ao biến động đáng kể, có khuynh hướng cao vào cuối vụ lúa. Cụ thể là NO_3^- trong thời điểm vụ tôm duy trì tương đối ổn định, dao động 0,053-0,308 mg/L, trong khi cao hơn vào vụ lúa với mức dao động 0,102-2,253 (Hình 3.32). Hàm lượng NO_3^- trong nghiên cứu này cao hơn kết quả nghiên cứu của Hoa *et al.* (2003), nhưng vẫn nằm trong mức thấp. Ở vụ tôm sú 2023, hàm lượng ở các nhóm ao theo dõi có mức dao động lần lượt là 0,085-0,295 mg/L, 0,053-0,308 mg/L và 0,093-0,289 mg/L.

Hàm lượng TN biến động qua các đợt thu mẫu, dao động 0,513-6,31 mg/L, trung bình $2,92 \pm 1,45$ mg/L (Hình 3.32). TN vào đầu vụ tôm 2022 cao hơn so với năm 2023 và có xu hướng tăng về cuối vụ, với mức dao động 1,356-6,273 mg/L và 0,513-4,43 mg/L tương ứng. Vào vụ lúa, hàm lượng TN giữa các nhóm thí điểm chênh lệch thấp, với dao động 1,109-6,31 mg/L. TN trong nước phản ánh mức độ dinh dưỡng trung bình và kết quả phân tích các muối dinh dưỡng hòa tan như TAN, NO_2^- và NO_3^- ở các ao cũng cho kết quả tương tự. Kết quả nghiên cứu cũng tương đồng với nghiên cứu tại huyện Tân Phú Đông, tỉnh Tiền Giang năm 2014 (Nguyễn Minh Nhật Quang và cs., 2014). Hiện nay, nghiên cứu về tổng đạm trong nước ao nuôi tôm lúa rất ít thông tin. Do đó, sự biến động TN suốt vụ nuôi của mô hình tôm - lúa cần được thực hiện với chu kỳ thu mẫu nhiều hơn để thu thập số liệu được toàn diện hơn.

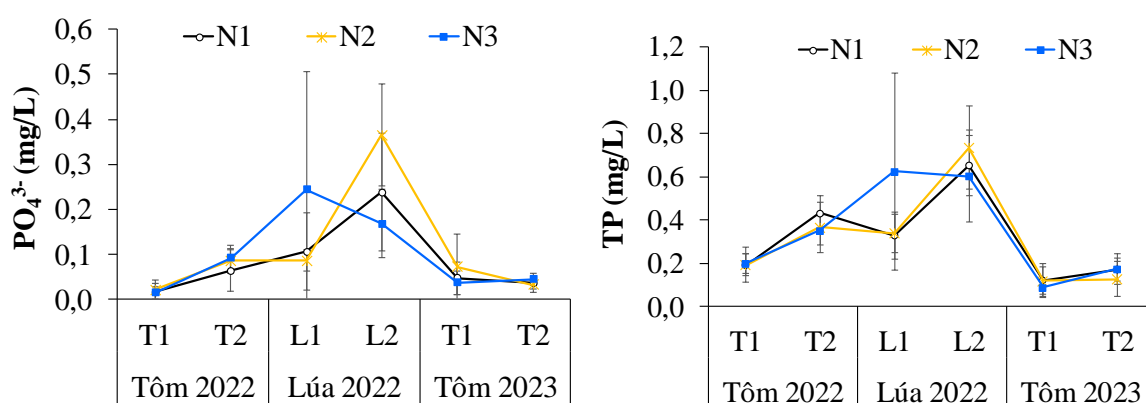


Hình 3.32. Biến động NO_3^- và TN trong mô hình thực nghiệm

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

○ PO_4^{3-} và TP

Hàm lượng lân hòa tan ghi nhận ở mức thấp, không có sự chênh lệch giữa các nhóm thí điểm và có khuynh hướng tăng về cuối vụ lúa. PO_4^{3-} ở vụ tôm 2022 và 2023 duy trì tương đối ổn định trong ngưỡng 0,006-0,182 mg/L, thấp hơn vụ lúa với dao động từ 0,042-0,633 mg/L (Hình 3.33). Hàm lượng PO_4^{3-} thấp nhất vào đầu vụ tôm do thời gian này nước mới cấp và các ao và có độ mặn cao. Hàm lượng PO_4^{3-} ở các nhóm ao tôm sú năm 2023 lần lượt là 0,023-0,095 mg/L, 0,008-0,040 mg/L và 0,013-0,182 mg/L. Theo Boyd (2015), trong môi trường có độ mặn cao, PO_4^{3-} có thể bị kết tủa do sự hiện diện của ion Ca^{2+} ở hàm lượng cao. PO_4^{3-} là yếu tố không độc, nhưng nếu quá thấp chứng tỏ ao nuôi nghèo dinh dưỡng, tảo kém phát triển. Nguồn nước cấp cho nuôi tôm biển nên có hàm lượng PO_4^{3-} trong khoảng 0,1-0,2 mg/L (Ravichandran & Jajanthi, 2006). Boyd (1998) cho rằng ao nuôi thủy sản nên có hàm lượng lân hòa tan dao động từ 0,005-0,2 mg/L. Trái ngược với mô hình cho ăn bổ sung thức ăn viên công nghiệp, các ao nuôi sú quảng canh trong mô hình tôm - lúa cần bổ sung nguồn hữu cơ như vi sinh ủ cám gạo, phân hữu cơ vi sinh nhằm giúp duy trì màu nước, tạo nguồn thức ăn tự nhiên để có thể đạt được năng suất cao hơn.



Hình 3.33. Biến động PO_4^{3-} và TP trong mô hình thực nghiệm

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

Tương tự như PO_4^{3-} , tổng lân TP ở các ao nuôi vào vụ tôm ở mức thấp cũng ở mức thấp, với dao động từ 0,102-0,512 trong năm 2022 và 0,036-0,26 mg/L trong năm 2023 (Hình 3.33). Hàm lượng TP có khuynh hướng tăng về cuối vụ lúa với dao

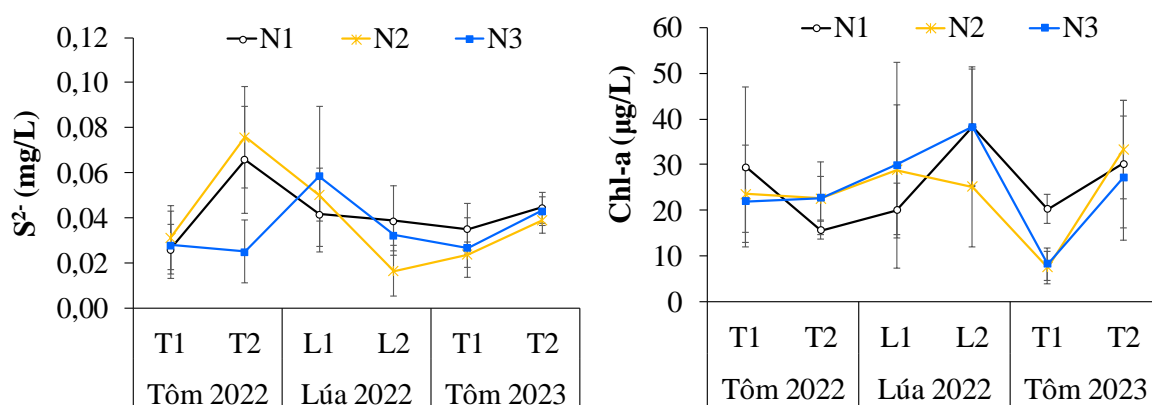
động từ 0,234-1,3 mg/L. Điều này có thể do sự tích lũy dinh dưỡng trong quá trình nuôi kết hợp tôm càng xanh với lúa. Ngoài ra, vào vụ lúa, môi trường nước ngọt, quá trình hòa tan của lân cao hơn so với trong nước lợ mặn. Hàm lượng TP trong nghiên cứu hiện tại cũng tương đồng với nghiên cứu trong ao tôm - lúa luân canh của [Nguyễn Minh Nhật Quang và cs. \(2014\)](#). Nhìn chung, hàm lượng TP trong nước phản ánh môi trường có dinh dưỡng không cao, tảo kém phát triển, đặc biệt vào vụ tôm sú.

○ **Tổng sulfide và Chlorophyll-a**

Trong môi trường nước lưu huỳnh tồn tại ở nhiều dạng, trong đó chủ yếu là dạng S^{2-} , HS^- và H_2S . Tỷ lệ H_2S trong tổng sulfide phụ thuộc vào nhiệt độ và pH nước ([Boyd, 1998](#); [Boyd, 2015](#)). Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng tổng S^{2-} dao động từ 0,005-0,102 mg/L ([Hình 3.34](#)). Tổng S^{2-} trong vụ tôm sú cao hơn vụ lúa. Nhìn chung, tổng S^{2-} ghi nhận trong vụ tôm 2022 và 2023 duy trì trong ngưỡng 0,015-0,099 mg/L và 0,008-0,048 mg/L tương ứng. Trong khi vào vụ lúa, tổng S^{2-} ở các ao chênh lệch không đáng kể với dao động 0,005-0,102 mg/L. H_2S là dạng khí cực độc đối với thủy sinh vật, trong khi HS^- và S^{2-} là dạng ion không độc nhưng khi pH thấp thì HS^- và S^{2-} sẽ chuyển hóa thành H_2S gây độc. Hàm lượng H_2S được xem là an toàn và lý tưởng cho nuôi tôm là không phát hiện và phù hợp nhất là nhỏ hơn 0,003 mg/L ([Boyd, 1998](#); [Krishnani et al., 2006](#)). Tuy nhiên, thực tế ao nuôi thủy sản ít khi đạt được yêu cầu này và cách quản lý duy nhất có thể thực hiện là duy trì pH ở mức lớn hơn 7,5. Như vậy, với mức pH khảo sát trong các ao (7,06-9,13) thì hàm lượng tổng S^{2-} ở một số thời điểm tương đối cao vào thời điểm cuối vụ tôm. Mức dao động của tổng S^{2-} ở vụ tôm sú 2023 ở các nhóm ao khảo sát lần lượt là 0,033-0,048 mg/L, 0,017-0,048 mg/L và 0,008-0,048 mg/L.

Hàm lượng chlorophyll-a (Chl-a) ở mức trung bình và có khuynh hướng giảm về cuối vụ tôm và tăng vào cuối vụ lúa. Theo đó, Chl-a ghi nhận trong mô hình dao động 11,04-51,73 $\mu\text{g/L}$ và 3,3-48,1 $\mu\text{g/L}$ tương ứng vào vụ tôm 2022 và 2023, trong khi vụ lúa đạt mức Chl-a cao hơn với dao động 7,76-59,64 $\mu\text{g/L}$ ([Hình 3.34](#)). Hàm lượng Chl-a là chỉ tiêu đánh giá năng suất sinh học sơ cấp trong hệ sinh thái tôm - lúa. Hàm lượng Chl-a phản ánh sinh lượng tảo trong ao. Tuy nhiên, đôi khi Chl-a và

mật độ tảo không theo qui luật tương quan thuận vì phụ thuộc vào kích thước loài tảo phân bố trong môi trường. Nghiên cứu của [Hoa et al. \(2003\)](#) cho thấy rằng ở những ao tôm - lúa ít thay nước, hàm lượng Chl-a dao động từ 5,4-33,4 µg/L, trong khi các ao thay nước thường xuyên có hàm lượng Chl-a dao động từ 4,1-57,6 µg/L. Như vậy, kết quả trong nghiên cứu hiện tại tương đồng với nghiên cứu trước đây. Hàm lượng Chl-a ở các nhóm ao tôm sú khảo sát năm 2023 dao động trong khoảng 15,8-48,1 µg/L, 3,3-39,3 µg/L và 3,7-43,2 µg/L.



Hình 3.34. Biến động S²⁻ và Chlorophyll-a trong mô hình thực nghiệm

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

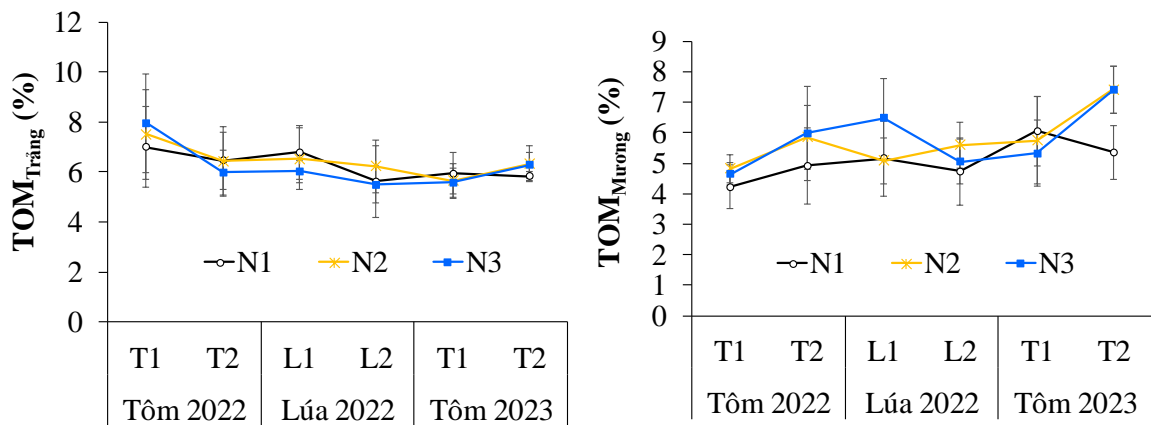
Chất lượng bùn đáy trắng và mương bao

o TOM bùn trên trắng và bùn đáy mương

Vật chất hữu cơ (TOM) chênh lệch không đáng kể giữa các mô hình thí điểm và có xu hướng tăng vào cuối vụ tôm. TOM trong bùn đáy dao động 3,4-8,3%, đạt trung bình $5,5 \pm 1,2\%$ (Hình 3.35). Trong khi, TOM trong bùn trên trắng cao hơn so với bùn đáy mương với dao động 4,4-9,9%, đạt trung bình $6,3 \pm 1,2\%$.

Thông qua các hoạt động canh tác, chẳng hạn như cày đất, bón phân, sự phân hủy của gốc rạ lúa để tăng độ phì nhiêu của đất và năng suất lúa cũng ảnh hưởng đến sự tích lũy hữu cơ trong đất ruộng ([Arunrat et al., 2020](#)). Vào vụ tôm, TOM có xu hướng tăng vào cuối vụ do sự tích lũy chất thải từ thức ăn thừa, phân, xác sinh vật phù du và các mảnh vụn hữu cơ khác trong bùn đáy mương ([Lemonnier et al., 2010](#)), và khi tích lũy một lượng lớn sẽ làm suy giảm các

điều kiện môi trường đáy ao, ảnh hưởng đến tỉ lệ sống và tăng trưởng của thủy sinh vật (Boyd 1995). Theo Boyd *et al.* (2002), thì hàm lượng hữu cơ trong bùn đáy ao nuôi không vượt quá 10%, và duy trì trong ngưỡng 1-3% là điều kiện tốt nhất. Do đó, với các mô hình tôm - lúa luân canh thì hoạt động cải tạo ao như sên vét sau mỗi vụ nuôi cần được chú trọng hơn để nâng cao năng suất tôm nuôi.

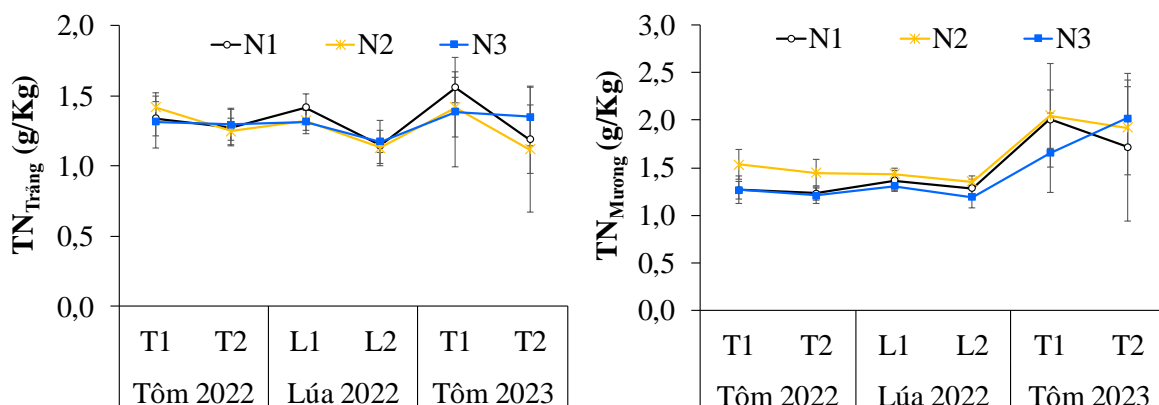


Hình 3.35. Biến động TOM bùn trắng và bùn đáy mương trong mô hình

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

o TN trong bùn trắng và bùn đáy

TN trong bùn tham gia vào chu trình nitơ trong thủy vực tạo ra amoni, nitrat và được hấp thụ bởi phiêu sinh thực vật, từ đó nâng cao năng suất sinh học sơ cấp của ao nuôi (Boyd *et al.*, 2002). Trong nghiên cứu hiện tại, hàm lượng TN trong bùn trắng ở các ao nuôi dao động 0,808-1,785 mg/Kg, đạt mức trung bình $1,305 \pm 0,205$ mg/Kg. Trong khi TN trong bùn đáy ao dao động 1,069-2,843 mg/Kg, đạt mức trung bình $1,514 \pm 0,399$ mg/Kg (Hình 3.36). So với nghiên cứu của Nguyễn Minh Nhật Quang và cs. (2014) thì TN trong đất và bùn đáy thấp hơn đáng kể, nguyên do có thể là do tính chất của ao (mới, cũ), lượng hữu cơ tích lũy trong ao. Khoảng 32% nitơ trong nước ao tôm sẽ tích lũy ở bùn đáy ao, và thông qua hoạt động của vi sinh vật sẽ phóng thích dinh dưỡng nito trở lại vào trong nước ao (Briggs & Fvng-Smith, 1994; Xia *et al.*, 2004). Tuy nhiên, theo kết quả ghi nhận hàm lượng TAN, NO_2^- và NO_3^- trong vụ tôm là tương đối thấp, nằm trong ngưỡng an toàn cho sự phát triển của tôm sú.

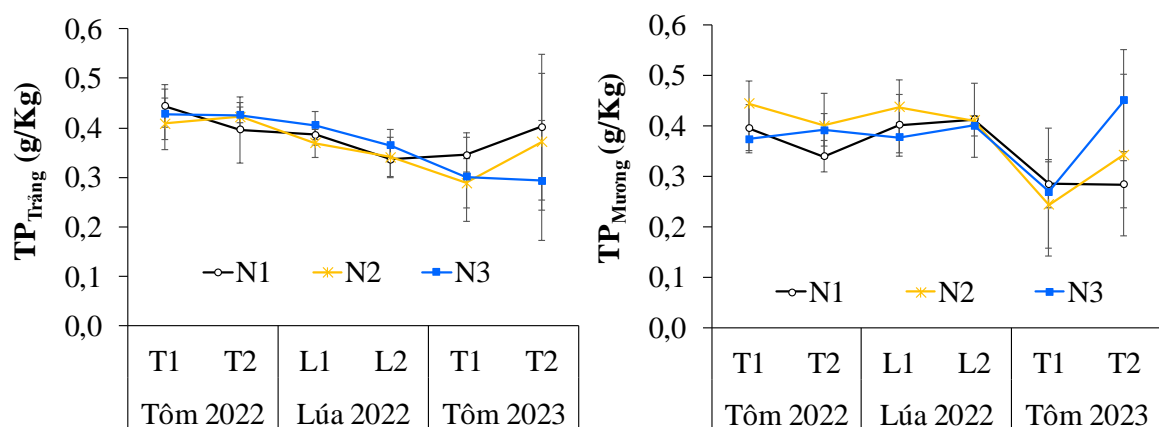


Hình 3.36. Biến động TN bùn trắng và bùn đáy mương trong mô hình

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

○ **TP trong bùn trên trắng và bùn đáy mương**

Tương tự TN, hàm lượng TP trong bùn trắng và bùn đáy chênh lệch không đáng kể giữa các ao thí điểm trong mô hình. Cụ thể là TP trong bùn trắng dao động 0,177-0,548 mg/Kg, trung bình $0,374 \pm 0,076$ mg/Kg, trong khi TP trong bùn đáy ao dao động 0,103-0,596 mg/Kg, trung bình $0,37 \pm 0,087$ mg/Kg (Hình 4.37).



Hình 3.37. Biến động TP bùn trắng và bùn đáy mương trong mô hình

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

Lân ở đáy ao thường ở trạng thái liên kết với sắt, nhôm và canxi, các dạng này thường nằm trong lớp trầm tích dưới đáy ao và khó hòa tan trong nước (Boyd, 1995). Khoảng 84% hàm lượng lân trong ao tôm sẽ được giữ lại ở trong bùn đáy ao (Briggs & Funge-Smith, 1994) và sau đó phóng thích trở lại ao nuôi nhờ hoạt động của vi sinh vật

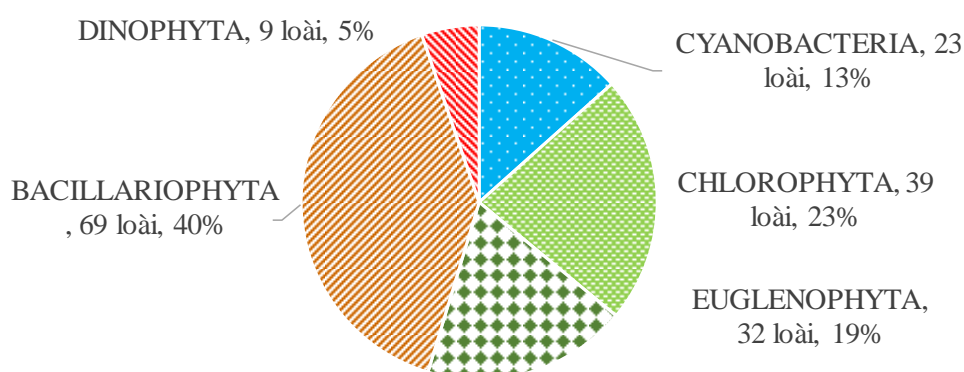
(Xia *et al.*, 2004). Kết quả trong nghiên cứu thấp hơn 3 lần so với báo cáo của Nguyễn Minh Nhật Quang và cs. (2014), điều này cho thấy hàm lượng lân trong đất và bùn đáy thấp ở hầu hết các ao nuôi, cũng không ảnh hưởng đến môi trường nước và tôm nuôi.

3.3.1.2. Thành phần loài và mật độ thủy sinh vật

Thực vật phiêu sinh

o Biến động thành phần loài

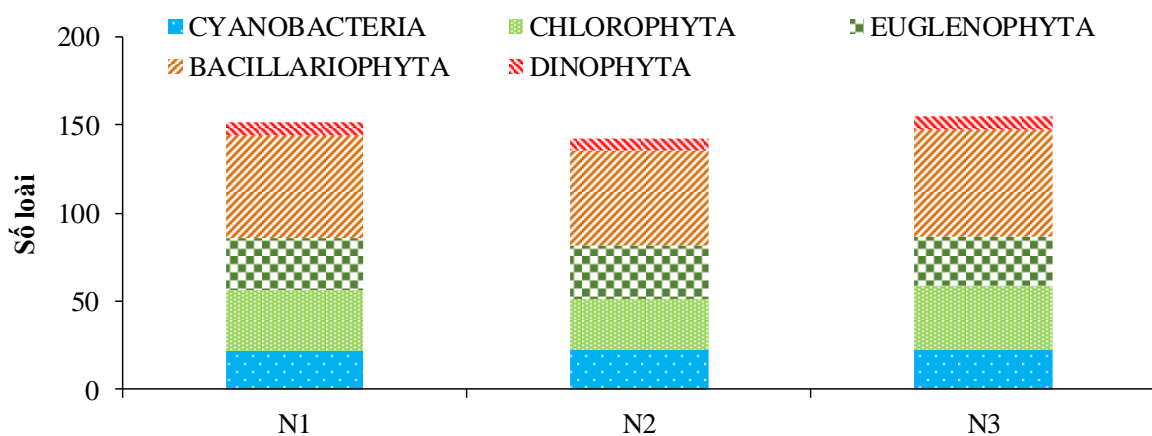
Thành phần loài TVPS ở các nhóm ao thử nghiệm đã xác định tổng cộng 172 loài gồm các ngành Tảo khuê (*Bacillariophyta*), Tảo lục (*Chlorophyta*), Tảo mắt (*Euglenophyta*), Tảo lam (*Cyanobacteria*) và Tảo giáp (*Dinophyta*). Trong đó tảo khuê có thành phần loài cao nhất với 69 loài (40%), tảo lục có 39 loài (23%), tảo mắt với 32 loài (19%), tảo lam và tảo giáp biến động từ 9-23 loài (Hình 3.38). Một số loài thường xuất hiện trong quá trình nghiên cứu *Phormidium tenue*, *Pseudanabaena* sp. (tảo lam), *Lepocinclis ovum*, *Trachelomonas volvocina* (tảo mắt), *Eunotia* sp., *Navicula* sp..



Hình 3.38. Cấu trúc thành phần loài TVPS trong các ao tôm – lúa

Số loài TVPS ghi nhận được trong nghiên cứu này cao hơn so với nghiên cứu của Nam *et al.* (2022) về đa dạng thành phần loài TVPS trong hệ thống tôm - lúa kết hợp vùng ven biển ĐBSCL đã tìm thấy 95 loài thuộc 5 ngành tảo. Tảo lục phong phú nhất với 29 loài, kể đến là tảo mắt (23 loài), tảo khuê (21 loài), tảo lam (20 loài) và tảo giáp (2 loài). Tảo khuê có thành phần loài cao nhất chủ yếu được ghi nhận trong vụ tôm, trong khi ở vụ lúa thì tảo lam, tảo lục và tảo mắt có thành phần loài cao hơn,

sự khác biệt này là do có sự chênh lệch đáng kể về độ mặn cũng như các thông số môi trường nước giữa vụ tôm và vụ lúa.



Hình 3.39. Tổng số loài thực vật phù sinh trong các ao tôm - lúa

Cấu trúc thành phần loài TVPS nhìn chung không có sự chênh lệch lớn giữa các nhóm ao tôm. Tổng số loài TVPS của các nhóm ao tôm N1, N2 và N3 đã xác định lần lượt là 152 loài, 142 loài và 155 loài với 5 ngành tảo phổ biến gồm tảo lam, tảo lục, tảo mắt, tảo khuê và tảo giáp. Trong đó, tảo khuê có thành phần loài cao hơn các ngành tảo khác, biến động từ 54-60 loài. Tảo khuê có vai trò rất quan trọng trong hệ sinh thái, một số loài vừa là nguồn thức ăn cho các loài cá và giáp xác trong thủy vực vừa là tác nhân lọc sinh học trong môi trường nước. Các ngành tảo lam, tảo và mắt có số loài thấp hơn, dao động từ 22-23 loài, 28-36 loài và 28-31 loài tương ứng. Tảo giáp có số loài thấp nhất đã xác định được từ 6-8 loài (Hình 3.39).

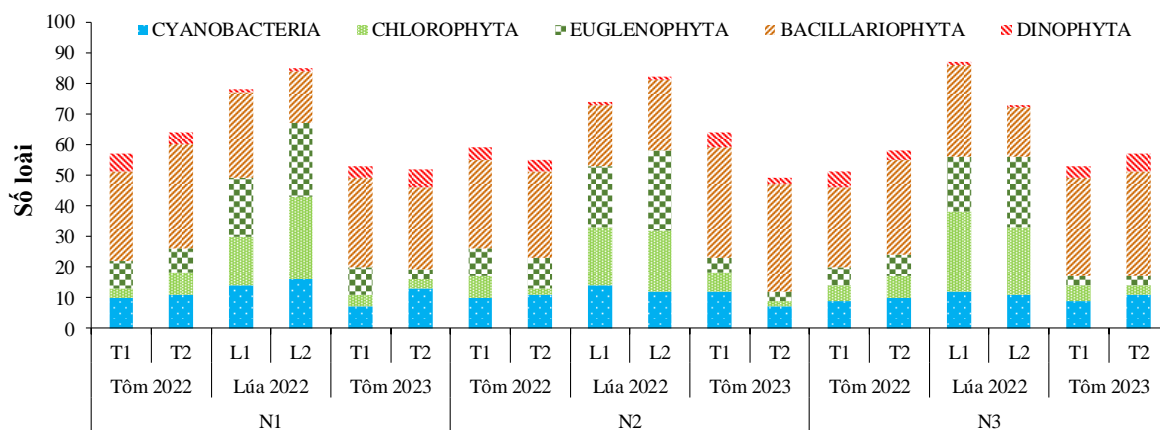
Tổng số loài TVPS qua các đợt khảo sát biến động tương đối cao (Hình 40). Số loài tảo đạt giá trị cao trong vụ lúa và thấp trong vụ tôm. Tảo khuê và tảo giáp có thành phần loài phong phú hơn trong các vụ tôm, trong khi tảo lam, tảo lục và tảo mắt có thành phần loài gia tăng trong vụ lúa nhằm thích nghi với những biến động của các thông số môi trường nước.

Ở nhóm ao tôm N1, số loài TVPS biến động từ 52-85 loài. Tảo khuê và tảo giáp có đặc tính phân bố chủ yếu trong môi trường nước lợ-mặn nên thành phần loài của chúng có xu hướng giảm thấp trong vụ lúa. Các ngành tảo lam, tảo lục, tảo mắt, tảo

khuê và tảo giáp có số loài biến động lần lượt từ 7-16 loài, 3-27 loài, 3-24 loài, 17-34 loài và 1-6 loài (Hình 3.40). Kết quả cũng cho thấy thành phần loài TVPS biến động khá cao giữa vụ lúa và vụ tôm. Tảo lam, tảo lục và tảo mắt có số loài tăng cao hơn trong vụ lúa là do trong thời gian canh tác lúa độ mặn giảm thấp (0,46‰), đây là yếu tố quan trọng làm cho các ngành tảo này tăng cả về thành phần loài và mật độ trong vụ lúa. Một số loài được ghi nhận trong thời gian khảo sát gồm: *Phormidium tenue*, *Cylindrospermopsis* sp. (Cyanobacteria), *Euglena acus*, *Phacus alata*, *Trachelomonas lagenella* (Euglenophyta), *Scenedesmus dimorphus*, *Nannochloropsis* sp. (Chlorophyta), *Thalassiosira* sp., *Navicula* sp. *Cylindrotheca closterium* (Bacillariophyta), *Gymnodinium* sp. (Dinophyta).

Ở nhóm N2, xu hướng biến động thành phần loài TVPS giữa các vụ tôm và vụ lúa tương tự nhau. Số loài TVPS qua các đợt khảo sát biến động từ 49-82 loài. Số loài TVPS trong vụ tôm thấp hơn trong vụ lúa. Thành phần loài tảo lam, tảo lục, tảo mắt, tảo khuê và tảo giáp ghi nhận lần lượt từ 7-14 loài, 2-20 loài, 3-26 loài, 20-36 loài và 1-8 loài (Hình 3.40). Tương tự, ở nhóm N3, thành phần loài TVPS ghi nhận được cao nhất vào đầu vụ lúa với tổng cộng 87 loài và thấp nhất vào đầu vụ tôm 2022 với 51 loài. Tảo lam, tảo lục, tảo mắt, tảo khuê và tảo giáp có số loài biến động từ 9-12 loài, 3-26 loài, 3-23 loài, 16-34 loài và 1-6 loài. Theo Boyd (1998), một số loài tảo khuê giúp tăng trưởng tôm tốt hơn tảo lam và hầu hết người nuôi tôm thích tỷ lệ tảo khuê cao trong quần thể TVPS vì tảo khuê là nhóm tảo có lợi, đóng vai trò quan trọng làm nguồn thức ăn cho động vật không xương sống thủy sinh. Tảo lục và tảo mắt có thành phần loài biến động cao giữa vụ tôm và vụ lúa, trong khi tảo lam có số loài thay đổi không đáng kể giữa vụ tôm và vụ lúa. Việc bổ sung chế phẩm sinh học ở nhóm N2 và N3 ảnh hưởng không đáng kể đến cấu trúc thành phần loài TVPS so với nhóm N1. Một số loài được tìm thấy trong vụ lúa qua các đợt khảo sát như *Merismopedia minutissima*, *Oscillatoria limosa* (Cyanobacteria), *Actinastrum hanshii*, *Pediastrum biradiatum*, *Scenedesmus dimorphus*, *Scenedesmus quadricauda* (Chlorophyta), *Euglena acus*, *Lepocinclis ovum*, *Strombomonas* sp., *Trachelomonas volvocina* (Euglenophyta), *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia acicularis* (Bacillariophyta).

Gymnodinium sp. (Dinophyta). Ngoài ra, một số loài thường được tìm thấy trong vụ tôm như *Chroococcus sp.*, *Phormidium tenue* (Cyanobacteria), *Nannochloropsis sp.* (Chlorophyta), *Euglena minima* (Euglenophyta), *Campylodiscus ormatum*, *Gyrosigma acuminatum*, *Navicula sp.*, *Nitzschia longissima var. reversa* (Bacillariophyta), *Gymnodinium sp.*, *Peridinium sp.* (Dinophyta).



Hình 3.40 Thành phần loài TVPS của các nhóm ao tôm - lúa

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

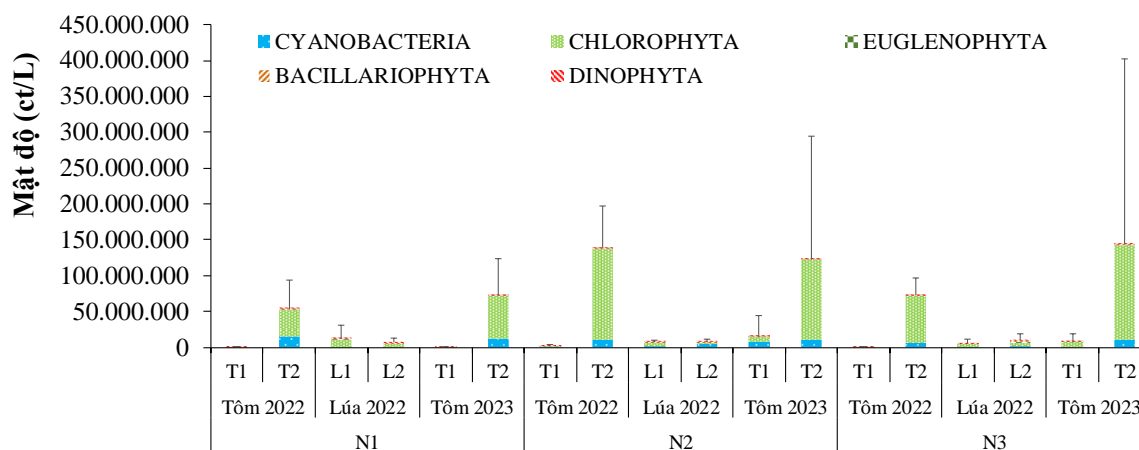
o Mật độ thực vật phù sinh

Mật độ TVPS trung bình qua các đợt thu mẫu của 3 nhóm ao tôm tại khu vực nghiên cứu biến động từ 232.993 đến 144.617.012 ct/L, cao nhất vào cuối vụ tôm 2023 ở nhóm N3 và thấp nhất vào đầu vụ tôm ở nhóm N1 (Hình 3.41). Mật độ các ngành tảo lam, tảo lục, tảo mắt, tảo khuê và tảo giáp biến động rất cao qua các đợt khảo sát. Mật độ tảo có xu hướng tăng cao vào cuối vụ tôm, trong đó tảo lục luôn chiếm ưu thế với mật độ từ 160.615 đến 132.030.184 ct/L. Tảo lam cũng có mật độ khá cao, biến động từ 22.116 đến 14.992.539 ct/L.

Ở nhóm N1, mật độ TVPS biến động rất cao qua các giai đoạn khảo sát với mật độ dao động từ 232.993 ± 211.575 đến $72.439.780 \pm 51.029.045$ ct/L (Hình 3.50). Ở các vụ tôm, mật độ tảo đạt giá trị thấp vào đầu vụ và tăng cao vào cuối vụ, điều này là do vào cuối vụ tôm hàm lượng dinh dưỡng trong nước tăng cao (thể hiện qua hàm lượng TN cao) nên đã tạo điều kiện thuận lợi cho tảo phát triển. Theo Arifin *et al.* (2018), năng suất thực vật phù sinh tăng lên là do sự gia tăng hàm lượng dinh dưỡng trong

ao. Ngoài ra, các loài vi tảo thường thích nghi với khoảng biến động lớn của các thông số hóa học nhưng các yếu tố quan trọng nhất là đạm và lân cần thiết cho sự sinh sản và phát triển của tảo (Cremen *et al.* 2007). Tảo lục và tảo lam có mật độ cao hơn các ngành tảo khác. Mật độ tảo lục biến động từ 160.615 ± 148.385 đến $59.640.565 \pm 55.934.510$ ct/L với sự ưu thế của loài tảo *Nannochloropsis* sp., mặc dù có mật độ cao nhưng sinh khối của chúng không quá cao đây là loài tảo có kích thước rất nhỏ. Mật độ tảo lam biến động từ 22.116 ± 33.000 đến $14.992.539 \pm 29.720.428$ ct/L, trong đó tảo *Phormidium tenue* có tỉ lệ cao nhất. Các ngành tảo mắt, tảo khuê và tảo giáp có mật độ thấp hơn. Ngoài ra, kết quả cũng cho thấy mật độ TVPS ở vụ lúa thấp hơn nhiều so với vụ tôm. Mật độ TVPS trong vụ lúa biến động từ 6.094.923 đến 11.840.387 ct/L, trong đó tảo mắt có mật độ trong vụ lúa cao hơn vụ tôm cho thấy môi trường nước có hàm lượng chất hữu cơ cao hơn trong quá trình canh tác lúa. Tảo khuê cũng có mật độ tăng cao vào cuối vụ lúa với sự ưu thế của tảo *Cylindrotheca closterium*.

Tương tự, mật độ TVPS ở nhóm N2 biến động từ $2.111.155 \pm 1.245.093$ đến $138.637.834 \pm 59.125.855$ ct/L, trong đó tảo lục tăng rất cao vào cuối các vụ tôm. Số lượng tảo lục biến động rất cao giữa vụ tôm và vụ lúa với mật độ từ $1.554.221 \pm 1.407.285$ đến $128.344.974 \pm 47.417.621$ ct/L. So với nhóm N1 thì mật độ tảo lục ở nhóm N2 cao hơn khá nhiều, kết quả này cho thấy tính hiệu quả khi bổ sung chế phẩm sinh học vào trong các ao tôm đã tạo điều kiện thuận lợi cho tảo lục phát triển mạnh. Các ngành tảo lam, tảo mắt, tảo khuê và tảo giáp có số lượng thấp hơn, trong đó tảo giáp có số lượng thấp nhất. Đối với nhóm N3, mật độ tảo biến động rất cao qua các đợt nghiên cứu, dao động từ 738.069 ± 785.600 đến $144.617.012 \pm 258.465.496$ ct/L (Hình 3.41). Xu hướng biến động về thành phần loài và mật độ TVPS ở nhóm N3 tương tự như nhóm N1 và N2. Mật độ tảo lục tăng cao vào cuối vụ tôm đã góp phần làm tăng năng suất tôm. Một số loài tảo có mật độ cao như *Phormidium tenue* (Cyanobacteria), *Nannochloropsis* sp., *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus acuminatus* var. *biseratus* (Chlorophyta), *Nitzschia acicularis* (Bacillariophyta), *Euglena minima* (Euglenophyta).



Hình 3.41. Mật độ TVPS của các nhóm ao tôm - lúa

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

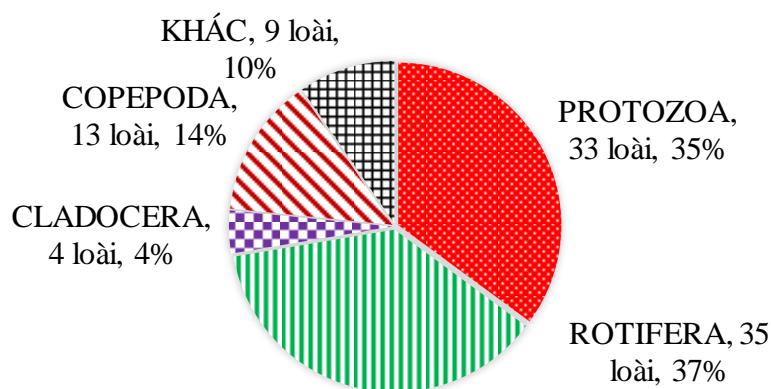
Nhìn chung, mật độ TVPS biến động lớn giữa vụ tôm và vụ lúa. Tảo lam và tảo lục có mật độ cao vào cuối vụ tôm, trong khi tảo mắt đạt mật độ cao trong vụ lúa, đặc biệt vào cuối vụ lúa ở nhóm N3, tảo mắt tăng cao với mật độ $1.452.217 \pm 559.475$ ct/L. Các loài tảo mắt có mật độ cao chủ yếu thuộc giống *Euglena* và *Trachelomonas* chỉ thị môi trường nước có hàm lượng vật chất hữu cơ cao. Tảo giáp có mật độ thấp hơn trong số các ngành tảo được tìm thấy, mật độ tảo giáp đạt giá trị thấp trong vụ lúa và cao hơn trong vụ tôm, đặc biệt vào đầu vụ tôm 2023 ở nhóm N2. Tảo khuê đạt mật độ cao nhất vào cuối vụ tôm 2023 ở nhóm N3, loài tảo chiếm ưu thế là *Cylindrotheca closterium*. Tảo lam có mật độ cao hơn ở nhóm N1, ngược lại tảo lục có mật độ cao hơn ở nhóm N2 và N3 với sự ưu thế của tảo *Nannochloropsis* sp. Theo [Mạc Như Bình và Nguyễn Thị Thanh Thủy \(2018\)](#) và [Lavens and Sorgeloos \(1996\)](#), tảo *Nannochloropsis oculata* có kích thước nhỏ (2-4 μm), hàm lượng dinh dưỡng tương đối cao, hàm lượng acid eicosapentaenoic cao (3,2% khối lượng khô); acid ascorbic chiếm 0,8% khối lượng khô; hàm lượng vitamin B12 có thể đáp ứng nhu cầu của các động vật thủy sản ở giai đoạn đầu của quá trình phát triển. Vì vậy, chúng được xem như nguồn thức ăn quan trọng cho luân trùng và một số ấu trùng cá và giáp xác khác. Trong điều kiện nuôi sinh khối, tảo *N. oculata* có thể đạt mật độ tối đa đến $2.942.900 \times 10^3$ tb/L ở độ mặn 30‰ ([Nguyễn Thị Thanh Thủy và cs., 2021](#)). Kết quả này cho thấy tính hiệu quả khi sử

dụng chế phẩm sinh học trong các ao tôm của nhóm N2 và N3, tảo lục *Nannochloropsis* sp. chiếm ưu thế từ đó góp phần nâng cao hiệu quả của mô hình nuôi.

Động vật phiêu sinh (ĐVPS)

o Thành phần loài ĐVPS

Thành phần loài ĐVPS trong các ao tôm sú-lúa luân canh qua các đợt thu mẫu đã ghi nhận tổng cộng 94 loài gồm động vật nguyên sinh (Protozoa), luân trùng (Rotifera), giáp xác chân mái chèo (Copepoda), giáp xác râu ngành (Cladocera) và nhóm động vật ít gặp khác như ấu trùng hai mảnh vỏ (Bivalvia), ấu trùng chân bụng (Gastropoda), ấu trùng côn trùng thủy sinh (Insecta) và ấu trùng giun nhiều tơ (Polychaeta). Trong đó, Rotifera có thành phần loài cao nhất với 35 loài (37%), kế đến là Protozoa (33 loài, 35%), Copepoda 13 loài (14%), và nhóm Khác với 9 loài (10%), cuối cùng là Cladocera 4 loài (4%) (Hình 3.42).

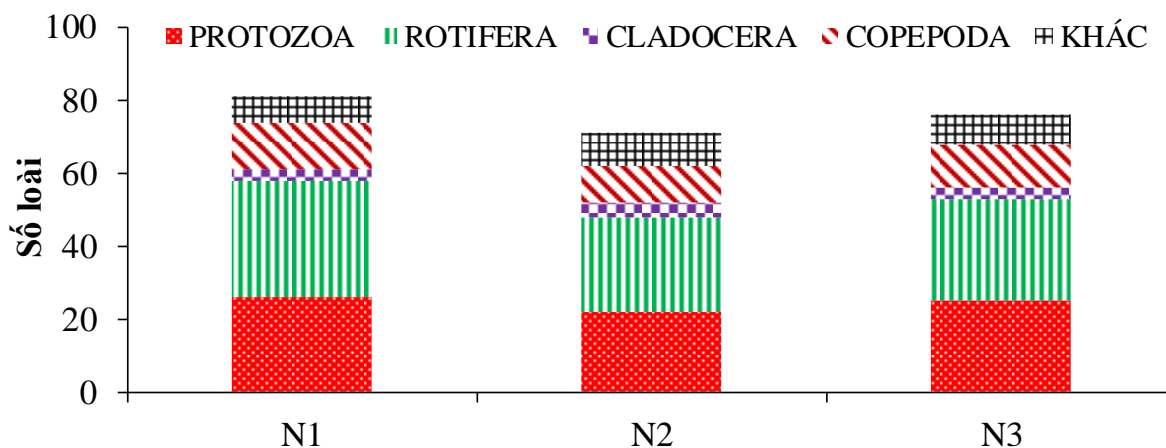


Hình 3.42. Cấu trúc thành phần loài ĐVPS trong các ao tôm - lúa

Thành phần loài ĐVPS trong nghiên cứu này cao hơn nhiều so với nghiên cứu của Nguyễn Thị Kim Liên và cs. (2022), tổng cộng đã xác định 32 loài ĐVPS trong các ao nuôi tôm thẻ chân trắng siêu thâm canh, trong đó Protozoa có số loài cao nhất (15 loài), kế đến là Rotifera (8 loài), các nhóm còn lại từ 4 - 5 loài. Qua các đợt khảo sát, Rotifera có số loài cao hơn các nhóm còn lại, đặc biệt vào vụ lúa do môi trường nước trong các ao tôm - lúa có độ mặn khá thấp (0-1,5‰) nên thuận lợi cho Rotifera phát triển. Một số nghiên cứu cho thấy Rotifera xuất hiện thường xuyên ở các thủy vực giàu dinh dưỡng và phong phú hơn so với các nhóm động phiêu sinh khác, do

chúng có vòng đời ngắn và tốc độ tăng trưởng cao. Protozoa có thành phần loài khá cao chứng tỏ môi trường nước có hàm lượng hữu cơ cao trong khu vực khảo sát. Copepoda và Cladocera cũng được ghi nhận nhưng với thành phần loài khá thấp. Các nhóm ấu trùng sống nổi tạm thời cũng được ghi nhận nhưng với mật độ không cao.

Thành phần loài ĐVPS của các nhóm ao tôm biến động không đáng kể ở vùng nghiên cứu, dao động từ 71-81 loài. Trong đó, Rotifera có số loài cao nhất ở các nhóm ao tôm, dao động từ 26-32 loài. Các nhóm còn lại gồm Protozoa, Cladocera, Copepoda và nhóm khác biến động lần lượt từ 22-26 loài, 3-4 loài, 12-13 loài và từ 7-9 loài (Hình 3.43). Sự phát triển của ĐVPS trong các ao tôm còn giúp tiêu thụ phiêu sinh thực vật và các vật chất hữu cơ, qua đó làm giảm sự phát triển quá mức của tảo. Một số giống loài được ghi nhận như *Arcella* sp., *Tintinnopsis uruguayensis* (Protozoa), *Anuraeopsis fissa*, *Finia terminalis*, *Brachionus angularis*, *Polyarthra vulgaris* (Rotifera), *Diaphanosoma brachyurum*, *Moina* sp. (Cladocera), *Acartia clausi*, *Oithona brevicornis*, *Microsetella norvegica* (Copepoda), Nematoda, ấu trùng Bivalvia, ấu trùng Gastropoda...

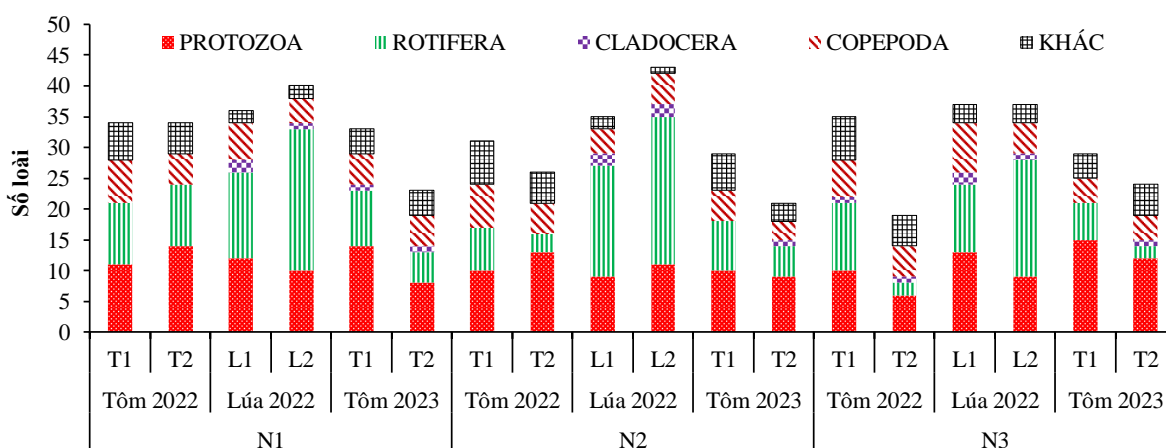


Hình 3.43. Tổng số loài ĐVPS trong các ao tôm - lúa

Số loài ĐVPS qua các đợt thu mẫu trong các ao tôm dao động từ 19-43 loài, thành phần loài ĐVPS ở vụ lúa cao hơn vụ tôm. Các nhóm ao tôm N1, N2 và N3 có số loài ĐVPS biến động lần lượt từ 23-40 loài, 21-43 loài và 19-37 loài. Rotifera có thành phần loài dao động rất cao giữa vụ tôm và vụ lúa, từ 2-24 loài. Các nhóm còn

lại gồm Protozoa, Cladocera, Copepoda và nhóm khác có số loài từ 6-15 loài, 0-2 loài, 3-8 loài và 1-7 loài tương ứng (Hình 3.44).

Ở nhóm N1, tổng số loài ĐVPS qua các đợt thu mẫu dao động từ 23-40 loài, cao nhất vào cuối vụ lúa và thấp nhất vào cuối vụ tôm 2023 (Hình 3.44). Số loài của Rotifera đạt cao nhất, dao động từ 5-23 loài. Các nhóm còn lại gồm Protozoa từ 8-14 loài, Copepoda từ 4-7 loài, nhóm khác từ 2-6 loài, trong khi Cladocera có số loài rất thấp, dao động từ 0-2 loài. Tương tự, nhóm N2 tổng số loài ĐVPS ở qua các đợt nghiên cứu dao động từ 21-43 loài. Thành phần loài ĐVPS ở cuối vụ lúa cao hơn ở vụ tôm. Tổng số loài ĐVPS giảm thấp vào cuối vụ tôm, trong khi ở vụ lúa tổng loài ĐVPS có xu hướng tăng lên vào cuối vụ. Mặt khác, số loài Rotifera vẫn chiếm tỉ lệ cao nhất, dao động từ 3-24 loài. Protozoa, Copepoda có số loài ghi nhận lần lượt từ 9-13 loài và 3-7 loài. Trong khi nhóm Khác có số loài dao động từ 1-7 loài, riêng Cladocera có số loài ghi nhận được từ 0-2 loài.



Hình 3.44. Thành phần loài ĐVPS của các nhóm ao tôm - lúa

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

Ở nhóm N3, xu hướng biến động thành phần loài ĐVPS qua các đợt thu mẫu tương tự như nhóm N1 và N2, dao động từ 19-37 loài, cao nhất vào cuối vụ lúa và thấp nhất cuối vụ tôm. Tổng số loài ĐVPS ở nhóm VS+BSTA giảm từ đầu vụ sang cuối vụ ở cả hai vụ tôm sau đó tăng cao đến cuối vụ lúa được ghi nhận cao nhất với 37 loài (Hình 3.44). Thành phần loài Rotifera luôn chiếm tỉ lệ cao nhất, dao động từ

2-19 loài, cao nhất vào cuối vụ lúa và thấp nhất vào cuối vụ tôm. Các nhóm còn lại gồm Protozoa, Copepoda, và nhóm Khác có số loài ghi nhận lần lượt từ 6-15 loài, 4-8 loài, 3-7 loài. Riêng Cladocera ghi nhận được từ 0-2 loài. Một số loài thường xuyên xuất hiện trong các ao tôm như *Acartia clausi*, *Microcyclops rubellus* (Copepoda); loài *Arcella* sp., *Tintinnidium* sp., *Tintinnopsis uruguayensis* (Protozoa); *Brachionus plicatilis*, *Brachionus angularis*, *Lecane hastata* (Rotifera) và Ostracoda. Sự phân bố của ĐVPS ở khu vực nghiên cứu bị ảnh hưởng chủ yếu bởi sự thay đổi độ mặn và các thông số chất lượng nước giữa vụ tôm và vụ lúa. Việc sử dụng các chế phẩm sinh học góp phần giúp ổn định chất lượng nước và phát triển nguồn thức ăn tự nhiên, cung cấp thức ăn ban đầu cho tôm.

○ Số lượng động vật phù sinh

Mật độ ĐVPS trung bình qua các đợt thu mẫu của ba nhóm ao tôm tại khu vực nghiên cứu biến động từ 48.932 ± 32.227 đến $2.914.953 \pm 2.567.292$ ct/m³, cao nhất vào đầu vụ lúa ở nhóm N1 và thấp nhất vào đầu vụ tôm 2023 ở nhóm N2 (Hình 3.54). Rotifera có mật độ cao nhất ở hầu hết các giai đoạn lấy mẫu, trong khi Protozoa chiếm tỉ lệ cao trong vụ lúa khi môi trường có hàm lượng vật chất hữu cơ cao. Ở nhóm N1, mật độ ĐVPS trung bình qua các đợt nghiên cứu biến động khá cao, từ 269.069 ± 304.884 ct/m³ đến $2.914.953 \pm 2.567.292$ ct/m³. Mật độ ĐVPS ở đầu vụ lúa cao hơn các đợt còn lại chủ yếu là do sự gia tăng mật độ của Rotifera và ấu trùng nauplius của Copepoda. Ở vụ tôm 2022, mật độ ĐVPS tăng cao vào cuối vụ, ngược lại, vào cuối vụ tôm 2023 mật độ ĐVPS giảm rất thấp. Một số loài có mật độ cao trong vụ lúa như *B. angularis*, *Filinia terminalis*, *Polyarthra vulgaris* (Rotifera), *Microcyclops rubellus* (Copepoda). Ngoài ra, trong vụ tôm một số loài chiếm tỉ lệ cao cũng được tìm thấy như *B. plicatilis* (Rotifera), *Oithona brevicornis* (Copepoda).

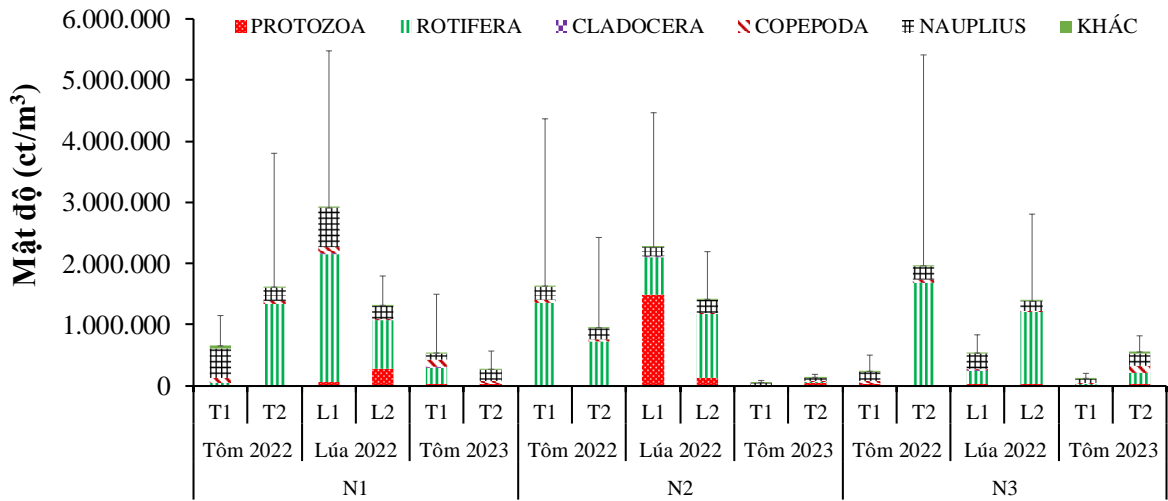
Tương tự, nhóm N2 có mật độ ĐVPS biến động khá cao giữa vụ tôm và vụ lúa, dao động từ 48.932 ± 32.227 ct/m³ đến $2.264.850 \pm 2.196.029$ ct/m³ (Hình 3.54). Mật độ ĐVPS đạt thấp nhất ở vụ tôm 2023 trùng hợp với thời điểm các hàm lượng dinh dưỡng (NO₃⁻, PO₄³⁻, TP) trong nước giảm thấp. Mật độ của Rotifera chiếm tỉ lệ cao ở

vụ tôm 2022 và vụ lúa, dao động từ 2.091 ± 1.114 ct/m³ đến $1.343.342 \pm 2.672.949$ ct/m³. Loài Rotifera chiếm ưu thế là *B. plicatilis*, đây là luân trùng có hàm lượng dinh dưỡng cao, đáp ứng được nhu cầu dinh dưỡng của tôm giai đoạn đầu sau khi thả tôm. Ngoài ra, *B. plicatilis* là một trong những loại thức ăn tươi sống được sử dụng phổ biến cho nuôi ấu trùng tôm cá nhờ khả năng sinh trưởng nhanh, kích thước nhỏ, lơ lửng trong nước giúp ấu trùng tôm cá dễ bắt mồi. Protozoa chiếm ưu thế vào đầu vụ lúa với tỉ lệ 66%, mật độ trung bình $1.495.033 \pm 2.475.301$ ct/m³ cho thấy môi trường nước có hàm lượng chất hữu cơ khá cao do chúng là sinh vật chỉ thị cho môi trường nước bị ô nhiễm hữu cơ. Các nhóm còn lại gồm Copepoda có mật độ ghi nhận từ 7.099 ± 8.097 đến 45.643 ± 47.817 ct/m³ và ấu trùng nauplius có mật độ từ 28.115 ± 22.440 đến 225.063 ± 168.681 ct/m³. Trong khi đó Cladocera chỉ phát hiện được vào vụ lúa với mật độ khá thấp, khoảng từ 1.159-12.530 ct/m³.

Đối với nhóm N3, tổng mật độ ĐVPS có xu hướng thấp ở đầu vụ và tăng cao vào cuối vụ ở cả vụ tôm và vụ lúa. Qua các đợt khảo sát, mật độ ĐVPS dao động từ 118.710 ± 81.878 đến $1.962.044 \pm 3.456.691$ ct/m³ (Hình 3.45). Mật độ của Rotifera biến động lớn qua các đợt thu mẫu, dao động từ 10.879 ± 6.857 đến $1.675.998 \pm 3.293.018$ ct/m³. Mật độ Rotifera đạt cao nhất vào cuối vụ tôm với sự hiện diện loài ưu thế *B. plicatilis*, trong khi ở vụ lúa có nhiều loài cùng đạt mật độ cao *B. angularis*, *Filinia terminalis*, *Keratella tropica*, *Polyarthra vulgaris*. Ngoài ra, các nhóm còn lại gồm Copepoda, ấu trùng Nauplius (Copepoda) có mật độ 14.509 ± 18.402 ct/m³ đến 112.188 ± 87.135 ct/m³ và 96.225 ± 44.020 ct/m³ đến 252.687 ± 150.305 ct/m³. Mật độ Protozoa ghi nhận được thấp hơn so với nhóm N1 và N2, biến động từ 7.400 ± 3.315 ct/m³ đến 35.069 ± 38.647 ct/m³. Cladocera có mật độ cao nhất vào đầu vụ lúa, biến động từ 23-20.117 ct/m³. Nhóm ĐVPS sống nổi tạm thời có mật độ khá thấp, chỉ khoảng từ 1.245-20.189 ct/m³.

Nhìn chung, thành phần loài và mật độ ĐVPS biến động khá cao giữa các vụ tôm và vụ lúa. Mật độ ĐVPS trung bình ở vụ tôm 2023 thấp hơn vụ tôm 2022 là do có sự khác biệt về các thông số môi trường nước như vào thời điểm của vụ tôm 2023

môi trường nước có độ trong cao hơn, và các hàm lượng COD, NO₃⁻, PO₄³⁻, và TP đều thấp hơn nên đã làm hạn chế sự phát triển của ĐVPS.

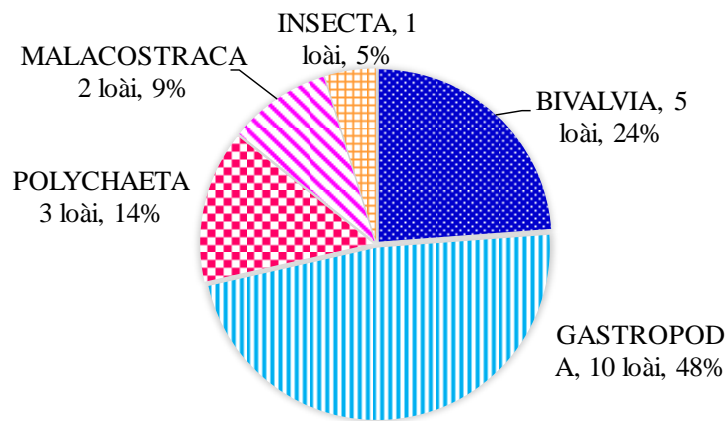


Hình 3.45. Mật độ ĐVPS của các nhóm ao tôm - lúa

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

Động vật đáy (ĐVD)

○ Thành phần loài động vật đáy

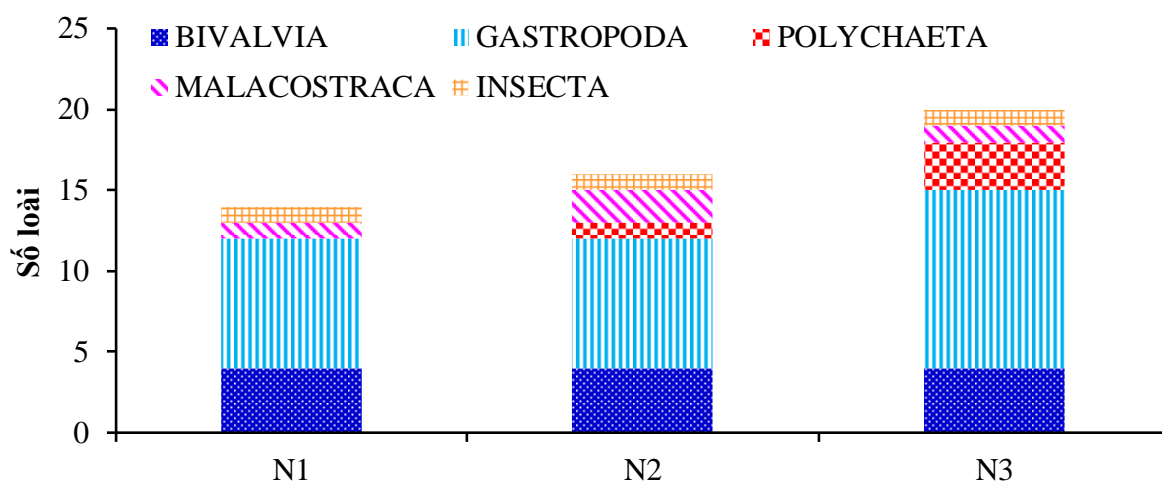


Hình 3.46. Cấu trúc thành phần loài ĐVD trong các ao tôm - lúa

Thành phần loài ĐVD tại khu vực nghiên cứu ghi nhận tổng cộng 21 loài thuộc 5 lớp, 3 ngành. Trong đó, tổng số loài thuộc lớp Bivalvia và Gastropoda của ngành thân mềm (Mollusca) có thành phần loài cao nhất với 15 loài (72%), tiếp theo là Malacostraca và Insecta thuộc ngành chân khớp (Arthropoda) ghi nhận được 3 loài (14%) và thấp nhất

là Polychaeta ngành giun đốt (Annelida) tìm thấy 3 loài (14 %) (Hình 3.46). Thành phần loài ĐVĐ trong các ao tôm thấp hơn nhiều so với khu vực nuôi tôm vào mùa mưa tỉnh Cà Mau đã ghi nhận được 34 loài thuộc 5 lớp, 3 ngành. Trong đó, ngành Mollusca chiếm tỉ lệ cao nhất với 22 loài (64,8%), ngành Annelida và Arthropoda có số loài bằng nhau, xác định được 6 loài (17,6%) (Âu Văn Hóa và cs., 2022).

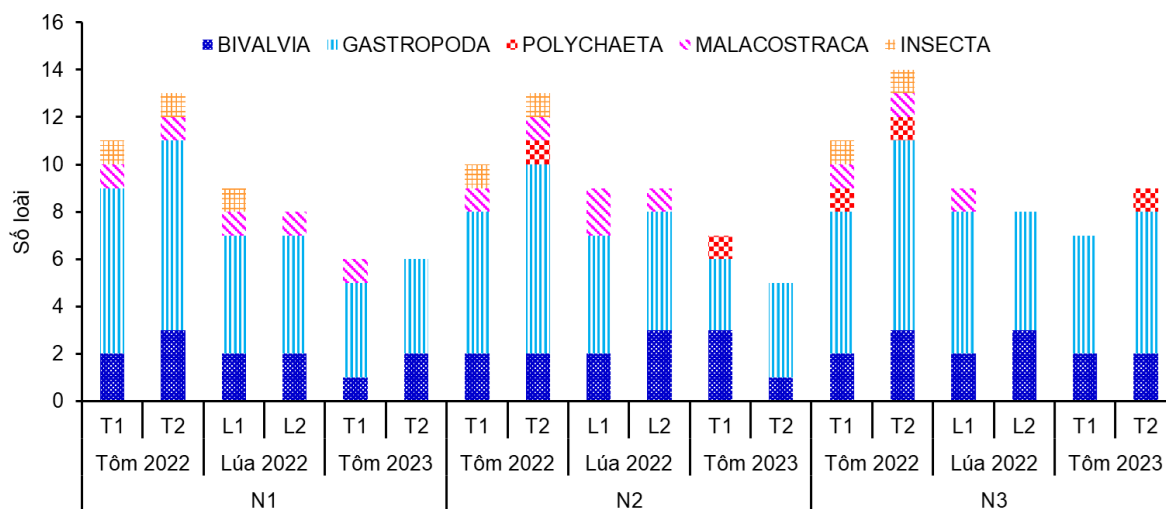
Trong các nhóm ao tôm - lúa, tổng số loài ĐVĐ của các nhóm N1, N2 và N3 ghi nhận được lần lượt là 14 loài, 16 loài và 20 loài. Gastropoda có số loài cao nhất, biến động từ 8-11 loài. Bivalvia có số loài không thay đổi giữa các nhóm ao tôm, mỗi nhóm đã xác định được 4 loài. Polychaeta không được tìm thấy ở nhóm N1, các nhóm N2 và N3 có số loài biến động từ 1-3 loài. Malacostraca và Insecta có số loài rất thấp, mỗi nhóm biến động từ 1-2 loài (Hình 3.47). Các giống loài ĐVĐ thường xuất hiện trong các ao tôm - lúa gồm *Mytilus edulis* (Bivalvia), *Stenothyra* sp., *Melanoides tuberculata*, *Sermyla riqueti*, *Tarebia granifera* (Gastropoda).



Hình 3.47. Tổng số loài ĐVĐ trong các ao tôm - lúa

Qua các đợt khảo sát, số loài ĐVĐ trong các ao tôm - lúa biến động lần lượt từ 6-13 loài, 5-13 loài và 7-14 loài lần lượt cho nhóm N1, N2 và N3. Thành phần loài ĐVĐ trong vụ tôm 2022 có số loài cao hơn vụ tôm 2023 và không thay đổi đáng kể giữa các nhóm N1, N2 và N3. Đối với vụ lúa, thành phần loài ĐVĐ không có sự khác biệt lớn giữa các nhóm N1, N2 và N3. Ở nhóm N1, số loài ĐVĐ ở vụ tôm 2022 cao hơn vụ lúa và vụ tôm 2023. Trong đó, lớp Gastropoda có thành phần loài cao nhất ở cả

vụ tôm và vụ lúa, ghi nhận từ 4-8 loài ở vụ tôm và 5 loài ở vụ lúa. Gastropoda thường phát triển mạnh ở nền đáy có nhiều vật chất hữu cơ nên chúng có số loài cao hơn các nhóm còn lại trong các ao tôm - lúa. Các lớp Bivalvia, Malacostraca và Insecta phát hiện từ 1-3 loài; trong khi Polychaeta không được tìm thấy ở cả vụ tôm và vụ lúa (Hình 3.48). Ấu trùng muỗi thuộc họ Chironomidae được xác định ở vụ tôm 2022 và đầu vụ lúa, các đợt còn lại không tìm thấy sự hiện diện của chúng.



Hình 3.48. Thành phần loài ĐVĐ của các nhóm ao tôm - lúa

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

Ở nhóm N2, thành phần loài ĐVĐ có sự khác biệt giữa vụ tôm và vụ lúa. Ở vụ tôm số loài ĐVĐ đã phát hiện được gồm có 5 lớp Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Malacostraca và Insecta nhưng ở vụ lúa chỉ tìm thấy 3 lớp, không có sự hiện diện của Polychaeta và Insecta. Số loài ĐVĐ đạt cao nhất vào cuối vụ tôm 2022 và thấp nhất vào cuối vụ tôm 2023. Tương tự nhóm N1, Gastropoda có thành phần loài cao nhất, biến động từ 3-8 loài, kể đến là Bivalvia có số loài dao động từ 1-3 loài. Polychaeta, Malacostraca và Insecta có số loài rất thấp, chỉ khoảng 1-2 loài. Tuy nhiên, ở vụ lúa không tìm thấy sự hiện diện của các giống loài thuộc Polychaeta và Insecta trong quá trình nghiên cứu (Hình 3.48). Ở nhóm N3, xu hướng biến động về cấu trúc thành phần loài ĐVĐ giữa vụ tôm và vụ lúa tương tự như ở các nhóm N1 và N2. Trong đó Gastropoda và Bivalvia có thành phần cao hơn các nhóm khác, biến động từ 5-8 loài và 2-3 loài tương ứng. Các lớp còn lại gồm Polychaeta, Malacostraca và Insecta có

số loài rất thấp, mỗi lớp chỉ tìm thấy 1 loài. Nhìn chung, số loài ĐVĐ trong vụ tôm đa dạng hơn trong vụ lúa. Cấu trúc thành phần loài ĐVĐ trong mô hình nuôi tôm - lúa luân canh có sự biến động tương đối cao qua các đợt khảo và phụ thuộc vào điều kiện môi trường nước cũng như tính chất nền đáy của thủy vực.

○ **Mật độ động vật đáy**

Mật độ ĐVĐ trung bình qua các đợt thu mẫu của 3 nhóm ao tôm tại khu vực nghiên cứu dao động từ 14 ± 15 đến 1.098 ± 994 ct/m². Số lượng ĐVĐ cao nhất vào đầu vụ tôm của nhóm 2 và thấp nhất vào cuối vụ tôm cũng thuộc nhóm N2 (Hình 3.49). Mật độ Gastropoda chiếm ưu thế ở hầu hết các đợt khảo sát, trong đó chủ yếu là các loài ốc đing *Bithynia forcarti*, *Melanooides tuberculata*, *Sermyla riqueti*, *Tarebia granifera* thuộc họ Thiaridae, và loài ốc gạo kích cỡ nhỏ (*Stenothyra* sp.) thuộc họ Stenothyridae. Bivalvia có mật độ cao nhất vào cuối vụ tôm 2023 với sự ưu thế của loài *Mytilus edulis* (Mytilidae). Các lớp còn lại gồm Polychaeta, Malacostraca và Insecta có số lượng thấp hơn.

Ở nhóm N1, mật độ ĐVĐ trung bình qua các đợt thu mẫu trong mô hình tôm - lúa luân canh dao động từ 42 ± 58 đến 928 ± 428 ct/m², cao nhất vào đầu vụ tôm 2022 và thấp nhất vào cuối vụ tôm 2023. Mật độ ĐVĐ có xu hướng giảm thấp qua các đợt khảo sát (Hình 3.49). Mật độ của Gastropoda chiếm tỉ lệ cao nhất (35-96%). Các lớp Bivalvia, Malacostraca và Insecta có số lượng thấp hơn với tỉ lệ từ 3-63%, 0-5% và 0-4% tương ứng. Số lượng Bivalvia trong các vụ tôm cao hơn vụ lúa. Một số loài chiếm tỉ lệ cao như loài ốc đing *Sermyla riqueti* có mật độ cao hơn ($1-670$ ct/m²) trong số các loài ốc được tìm thấy trong vụ tôm 2022 và vụ lúa. Theo Nguyễn Thị Kim Liên và cs. (2021), *Sermyla riqueti* phân bố trong điều kiện nền đáy có hàm lượng vật chất hữu cơ cao. Ngoài ra, loài *Melanooides tuberculata* cũng khá phong phú trong các ao tôm. Đây là loài ốc nước ngọt, thích nghi với môi trường nước giàu dinh dưỡng, nhưng cũng có thể được tìm thấy ở vùng cửa sông (Bolaji et al., 2011). Ngoài ra, loài ốc gạo có kích thước rất nhỏ *Stenothyra* sp. có mật độ từ $10-323$ ct/m² được phát hiện ở vụ tôm 2022 và vụ lúa, nhưng không tìm thấy sự xuất hiện của chúng ở vụ tôm 2023. Ốc *Stenothyra*

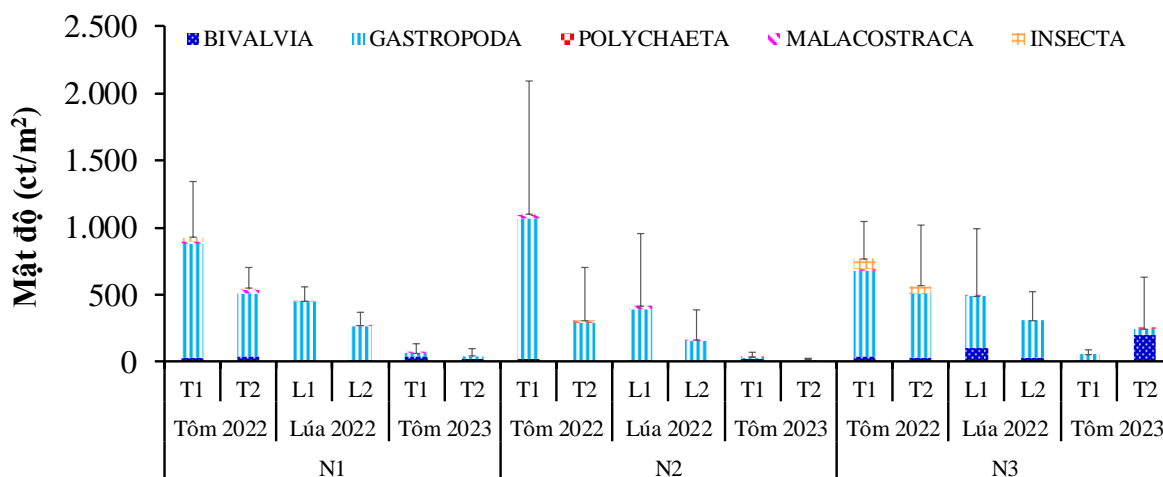
sp. có vỏ nhỏ màu nâu nhạt đến sẫm, con trưởng thành cao 2-3 mm (Aue-umneoy *et al.*, 2013), loài ốc này đã được nuôi cùng với tảo lục dạng sợi (*Chaetomorpha* sp.) và hậu ấu trùng tôm sú (*Penaeus monodon*), sau đó được cung cấp cho tôm để làm thức ăn ở giai đoạn đầu cho các ao nuôi thủy sản thâm canh (Tsutsui *et al.*, 2020). Ấu trùng muỗi Chironomidae chủ yếu được ghi nhận trong vụ tôm 2022, trong khi đó lớp Polychaeta không được tìm thấy trong các ao tôm của nhóm N1.

Ở nhóm N2, mật độ ĐVĐ biến động lớn qua các giai đoạn nghiên cứu với số lượng từ 14 ± 15 đến 1.098 ± 994 ct/m². Mật độ ĐVĐ giảm thấp ở vụ tôm 2023. Tương tự nhóm N1, nhóm N2 có số lượng ĐVĐ đạt cao nhất vào đầu vụ tôm 2022 và thấp nhất vào cuối vụ tôm 2023. Trong đó Gastropoda cũng có mật độ đạt cao hơn các nhóm ĐVĐ được tìm thấy với tỉ lệ từ 47-96%. Các lớp còn lại có mật độ chiếm tỉ lệ lần lượt từ 2-51%, 0-2%, 0-5% và 0-2% tương ứng với Bivalvia, Polychaeta, Malacostraca và Insecta. Ngoài ra, Polychaeta được tìm thấy với mật độ rất thấp (1 ct/m²). Loài giáp xác bơi nghiêng *Gammarus locusta* (Malacostraca) có mật độ cao hơn vào đầu vụ tôm 2022 và đầu vụ lúa, giảm thấp ở các đợt còn lại. Chúng phân bố rộng và là thành phần quan trọng trong hệ sinh thái thủy sinh, có giá trị làm thức ăn và là sinh vật chỉ thị trong quan trắc chất lượng nước (Gerhardt *et al.*, 2011).

Đối với nhóm N3, tổng mật độ ĐVĐ qua các đợt thu mẫu dao động từ 53 ± 40 đến 767 ± 277 ct/m². Số lượng ĐVĐ cao nhất vào đầu vụ tôm 2022 và thấp nhất vào đầu vụ tôm 2023 (Hình 3.49). Lớp Gastropoda chiếm tỉ lệ cao nhất ở vụ tôm 2022 và vụ lúa, trong khi Bivalvia chiếm ưu thế vào cuối vụ tôm 2023. Các lớp Gastropoda, Bivalvia, Polychaeta, Malacostraca và Insecta chiếm tỉ lệ lần lượt là 16-92%, 5-83%, 0-1%, 0-0,3%, 0-11%. Các loài ĐVĐ chiếm tỉ lệ cao thuộc lớp Gastropoda được tìm thấy tương tự như nhóm N1 và N2. Mật độ Bivalvia ở nhóm N3 tăng cao vào cuối vụ tôm 2023 với sự ưu thế của loài *Mytilus edulis* (Mytilidae). Đây là loài vẹm phân bố rộng, có khả năng chịu được biến động lớn về độ mặn và nhiệt độ.

Nhìn chung, sự phát triển của các loài động vật đáy trong các ao tôm - lúa luân canh không chỉ phụ thuộc vào điều kiện dinh dưỡng trong môi trường nước mà còn

phụ thuộc vào hàm lượng vật chất hữu cơ và tính chất nền đáy của thủy vực. Gastropoda chiếm ưu thế qua các giai đoạn lấy mẫu cho thấy nền đáy thủy vực có hàm lượng vật chất hữu cơ cao. Xu hướng biến động về mật độ ĐVD giữa các nhóm ao tôm N1, N2 và N3 không có sự khác biệt đáng kể. Tuy nhiên, nếu so sánh giữa vụ tôm 2022 và 2023 thì mật độ ĐVD có sự chênh lệch khá cao, trong đó mật độ ĐVD giảm thấp vào vụ tôm 2023 ở cả 3 nhóm ao tôm. Điều này là do sự khác biệt về các thông số chất lượng nước giữa vụ tôm 2022 và vụ tôm 2023. Kết quả cho thấy hàm lượng TSS ở vụ tôm 2023 cao hơn, COD thấp hơn, NO_3^- và PO_4^{3-} thấp hơn, TP trong nước và trong bùn đáy cũng thấp hơn so với vụ tôm 2022. Ngoài ra, năng suất tôm ở vụ 2023 đạt cao hơn, do đó tôm đã tiêu thụ số lượng ĐVD nhiều hơn, từ đó đã góp phần làm cho mật độ ĐVD giảm thấp đáng kể ở vụ tôm 2023.



Hình 3.49. Mật độ ĐVD của các nhóm ao tôm - lúa

(T1 và T2 là đầu vụ và cuối vụ tôm; L1 và L2 là đầu vụ và cuối vụ lúa)

3.3.1.3. Sản lượng và năng suất tôm sú trong mô hình thực nghiệm

Về thời gian bắt đầu thu tía, qua 2 vụ thử nghiệm trực tiếp tại ao tôm - lúa, kết quả cho thấy thời gian thu hoạch rất biến đổi phụ thuộc vào điều kiện thực tế của từng ao và thay đổi từ 90-120 ngày sau khi thả đợt 1. Trong vụ 2022, thời gian thu hoạch trung bình của nhóm N1 và nhóm N3 là 100 ± 14 ngày, trong khi nhóm N2 là 85 ± 10 ngày. Nhóm N2 có thời gian thu hoạch sớm hơn dao động từ 70-90 ngày. Tương tự, vụ tôm 2023 cũng có thời gian bắt đầu thu hoạch từ 70-120 ngày nuôi và dài nhất là

nhóm N2 (100 ± 14 ngày), trong khi 2 nhóm N1 và N3 thu hoạch trong khoảng 90-95 ngày. Theo kết quả nghiên cứu của [Trương Hoàng Minh và cs. \(2013\)](#), [Lê Thị Phương Mai và cs. \(2015\)](#), [Huỳnh Kim Hùng và cs. \(2016\)](#), [Trương Hoàng Minh \(2017\)](#); [Võ Nam Sơn và cs. \(2018\)](#) về hiện trạng mô hình tôm-lúa luân canh tại các tỉnh Kiên Giang, Bạc Liêu và Cà Mau từ năm 2011-2016 cho thấy thời gian bắt đầu thu hoạch tôm sú trong mô hình dao động từ $97,3 \pm 12,9$ - $108 \pm 21,4$ ngày, đặc biệt là tại Thới bình, thời điểm khảo sát năm 2015-2016 thì thời gian bắt đầu thu hoạch là $99,3 \pm 12,0$ ngày ([Võ Nam Sơn và cs., 2018](#)). Như vậy, kết quả thử nghiệm trong nghiên cứu hiện tại khá tương đồng với các kết quả nghiên cứu trước đây trong mô hình tôm lúa ở ĐBSCL.

Về sản lượng, sản lượng tôm thu hoạch ở các ao rất biến động với trung bình ở các nhóm ao 1, 2, và 3 năm 2022 lần lượt là $290,2 \pm 146,7$; $208,2 \pm 67,9$; và $185,2 \pm 115,2$ kg/ao/năm, tương đương với sản năng xuất $143 \pm 71,9$; $123,1 \pm 47,8$; và $106 \pm 66,5$ kg/ha/năm. Ở vụ nuôi năm 2022, do ảnh hưởng của thời tiết bất thường, tình hình dịch bệnh diễn ra trên diện rộng, năng suất tôm sú nuôi trong mô hình nhìn chung khá thấp so với những năm trước đây. Đặc biệt, do mới áp dụng qui trình nuôi theo hướng hữu cơ, kết quả thực nghiệm đợt thả tôm lần 2 (vụ 2022), tôm có hiện tượng thiếu thức ăn tự nhiên, tôm chậm lớn và kéo dài sang đến vụ lúa ở nhóm N2 và N3 và đây cũng là nguyên nhân làm cho sản lượng và năng suất tôm ở nhóm N2 và N3 thấp hơn so với nhóm N1 (nhóm nuôi truyền thống), mặc dù kết quả sơ bộ ở đợt thả tôm thứ nhất (vụ 2022), sản lượng thu hoạch tôm ở nhóm N2 và N3 khá tốt. Ở vụ tôm 2023, sản lượng tôm thu hoạch ở các nhóm 1, 2, 3 dao động từ 120-704 kg/ao/năm, trung bình là $244,6 \pm 67,2$; $149,5 \pm 28,2$; và $468 \pm 216,3$ kg/ao/năm; tương đương năng suất dao động từ 64,3-391,1 kg/ha/năm và trung bình là $135,8 \pm 50,8$; $84,3 \pm 13,7$ và $260,3 \pm 120,2$ kg/ha/năm ([Bảng 3.6](#)). Như vậy với kết quả thực nghiệm cho thấy, năng suất tôm khá thấp nhưng đã phản ánh được hiện trạng năng suất tôm sú trong mô hình tôm sú tổng khu vực nghiên cứu là giảm rõ rệt trong những năm gần đây. Các ao nhóm N1 và N2 không có ao nào đạt năng suất cao hơn 300 kg/ha/năm, trong khi 2/4 ao ở nhóm N3 đạt năng suất trên, cá biệt có ao đạt 391 kg/ha/năm. Các ao nhóm N2 có năng suất thấp nhất vì trong nhóm, ngoài ao có năng suất thấp, có ao bị tôm chết vào đầu thời gian nuôi. Như vậy có thể thấy rằng,

để tạo nguồn thức ăn tự nhiên cho ao tôm sú, việc chỉ dùng cám gạo ủ với vi sinh là chưa đủ, cần phải bổ sung thêm thức ăn hữu cơ như cá tạp trong ao được nấu chín, lúa mầm... do mật độ nuôi thả cao hơn. Trong nghiên cứu này, kết quả ở các ao nhóm N3 dao động từ 125-391 kg/ha/năm (trung bình là 260,3±120,2 kg/ha/năm) là đạt yêu cầu so với mục tiêu đề ra. Tuy vậy, để quy trình đi vào hoàn thiện thì rất cần nghiên cứu tiếp theo như là quản lý chất lượng nước; kỹ thuật, quản lý thức ăn tự nhiên, quản lý dịch bệnh...

Bảng 3.6. Sản lượng và năng suất tôm qua 2 vụ thử nghiệm 2022 và 2023

| | Nhóm 1 (n=4) | Nhóm 2 (n=4) | Nhóm 3 (n=4) |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| A. Vụ tôm 2022 | | | |
| Diện tích mặt nước (ha) | 2,0±0,4 (1,8-2,7) | 1,7±0,2 (1,5-1,8) | 1,8±0,1 (1,7-1,8) |
| Thời gian thu hoạch (ngày) | 100±14 (90-120) | 85±10 (70-90) | 100±14 (90-120) |
| Sản lượng (kg/năm) | 290,2±146,7 (100-416,7) | 208,2±67,9 (148,8-267,2) | 185,2±115,3 (33,3-284,8) |
| Năng suất (kg/ha/năm) | 143±71,9 (55,6-231,5) | 123,1±47,8 (82,6-177,8) | 106,5±66,5 (18,5-167,6) |
| B. Vụ tôm 2023 | | | |
| Diện tích mặt nước (ha) | 1,9±0,5 (1,5-2,7) | 1,8±0,1 (1,7-1,8) | 1,8±0 (1,8-1,8) |
| Thời gian thu hoạch (ngày) | 90±0 (90-90) | 100±14 (90-120) | 95±21 (70-120) |
| Sản lượng (kg/năm) | 244,6±67,2 (173,7-314,5) | 149,5±28,2 (120-176,3) | 468,5±216,3 (225-704) |
| Năng suất (kg/ha/năm) | 135,8±50,8 (64,3-174,7) | 84,3±13,7 (70,6-97,9) | 260,3±120,2 (125-391,1) |

3.3.1.4. Hiệu quả kinh tế

Nhìn chung, đặc điểm của mô hình tôm-lúa có mức đầu tư khá thấp. Vụ nuôi 2022, mức đầu tư cho tôm ở các ao dao động từ 5,0-13,3 triệu đồng/ha/năm. Thu nhập trung bình ở các nhóm là 19,91±9,84; 18,74±9,4; 16,96±10,69 triệu đồng/ha/năm. Như

đã phân tích ở phần sản lượng, trong vụ tôm sú 2022, đợt thả vụ 2 do ảnh hưởng của thời tiết, mưa nhiều và xảy ra dịch bệnh nên tôm chậm lớn và thời gian nuôi kéo dài nên mỗi nhóm có 01 hộ thử nghiệm bị lỗ vốn và tính cả 2 đợt thả tôm thì thu nhập và lợi nhuận của nhóm N2 và N3 tương đối thấp hơn nhóm N1. Thu nhập bình quân của các nhóm ao trung bình đạt $10,96 \pm 9,96$; $10,86 \pm 11,14$; và $11,97 \pm 9,33$ triệu đồng/ha/vụ. Với mức thu nhập trên là khá thấp, chưa như kỳ vọng.

Vụ nuôi 2023, với những thay đổi về mặt kỹ thuật, thu nhập từ mô hình đạt cao hơn vụ nuôi 2022 và cao nhất ở các ao thuộc nhóm N3, với thu nhập bình quân đạt $36,6 \pm 12,67$ triệu đồng/ha/năm, kế đến là nhóm N1 với $21,24 \pm 6,23$ triệu đồng/ha/năm và thấp nhất là nhóm N2 với $13,93 \pm 1,4$ triệu đồng/ha/năm. Lợi nhuận từ tôm sú của mô hình của nhóm N3, N2 và N1 lần lượt là $28,22 \pm 13,01$; $7,5 \pm 1,24$; và $15,28 \pm 6,91$ triệu đồng/ha/năm, trong đó nhóm N2 có 1 hộ lỗ vốn. Mức lợi nhuận cao nhất của mô hình là 39,7 triệu đồng/ha/vụ ở nhóm ao N3. Nhìn chung, lợi nhuận từ các ao tôm thử nghiệm đã triển khai phản ánh đúng thực trạng khó khăn của nghề nuôi tôm - lúa ở ĐBSCL, đặc biệt là huyện Thới Bình, Cà Mau. Tuy nhiên, đối với mô hình tôm - lúa, không những tôm sú, các đối tượng khác như là cua, TCX và lúa cũng mang lại nguồn thu khá lớn cho mô hình. Nghiên cứu này chủ yếu tập trung vào giải pháp kỹ thuật đối với tôm sú theo hướng hữu cơ, trong đó chỉ sử dụng các sản phẩm có nguồn gốc hữu cơ. Do đó nghiên cứu tiếp theo cần tập trung nghiên cứu những sản phẩm hỗ trợ cho sản xuất tôm hữu cơ.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy trong những năm gần đây, dưới tác động của BĐKH, XNM, thời tiết bất thường, dịch bệnh bùng phát, năng suất tôm nuôi trong mô hình giảm rõ rệt và ảnh hưởng đến năng suất và thu nhập của mô hình. Tuy nhiên, vẫn có một khác biệt lớn giữa kết quả thực nghiệm (số hộ ít) và kết quả khảo sát điều tra (số hộ khảo sát thay đổi theo nghiên cứu).

Bảng 3.7. Chi phí, thu nhập và lợi nhuận của các ao thực nghiệm

| | Nhóm 1 (n=4) | Nhóm 2 (n=4) | Nhóm 3 (n=4) |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|
| A. Vụ tôm 2022 | | | |

| | | | |
|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Chi phí (triệu đồng/ha/năm) | 8,94±3,39 (5,28-13,33) | 7,88±2,15 (5-10,22) | 4,99±2,34 (2,71-8,24) |
| Thu nhập (triệu đồng/ha/năm) | 19,91±9,84 (5,56-27,78) | 18,74±9,4 (8,33-26,72) | 16,96±10,69 (2,78-27,65) |
| Lợi nhuận (triệu đồng/ha/năm) | 10,96±9,96 (-3,89-16,94) | 10,86±11,14 (-1,89-21,72) | 11,97±9,33 (-1,39-19,41) |
| B. Vụ tôm 2023 | | | |
| Chi phí (triệu đồng/ha/năm) | 5,96±0,77 (5,29-7,05) | 6,73±1,49 (5,41-8,36) | 8,38±1,01 (6,97-9,18) |
| Thu nhập (triệu đồng/ha/năm) | 21,24±6,23 (12,22-26,33) | 13,93±1,4 (12,35-15) | 36,6±12,67 (22,5-48,89) |
| Lợi nhuận (triệu đồng/ha/năm) | 15,28±6,91 (5,17-20,43) | 7,2±1,24 (6,64-8,92) | 28,22±13,01 (13,44-39,71) |

Số liệu trình bày là Trung bình±Độ lệch chuẩn (Thấp nhất-Cao nhất)

(Nguồn: Ngô Tiến Chương, 2023)

3.3.2 Đánh giá chung hiệu quả mô hình tôm-lúa khi áp dụng các cải tiến kỹ thuật theo hướng hữu cơ

3.3.2.1. Thuận lợi và khó khăn từ góc nhìn của nông hộ

Trong quá trình triển khai mô hình thử nghiệm, một số thuận lợi và khó khăn, đặc biệt là nnuooi tôm theo hướng hữu cơ. Tôm hữu cơ phải tuân thủ nghiêm ngặt các nguyên tắc của tiêu chuẩn hữu cơ, từ điều kiện môi trường đất, nước, đầu vào và quản lý. Trong khi, các mô hình tôm-lúa đang được vận hành theo truyền thống, khó kiểm soát đầu vào (giống, vi sinh, thức ăn bổ sung...), một số khó khăn và thuận lợi cũng được ghi nhận và được trình bày qua [Bảng 3.8](#).

Bảng 3.8. Đánh giá những thuận lợi và khó khăn theo đánh giá của các nông hộ sau quá trình thực nghiệm

| Yếu tố | Thuận lợi | Số ao | Khó khăn | Số ao |
|-----------------|--|-------|---|-------|
| Môi trường nước | 1. Nguồn nước mặn đảm bảo cho nuôi tôm sú. 2. Nguồn nước dồi dào. 3. Chất lượng nước ở kênh cấp sạch hơn sau khi khai thông, nạo vét kênh | 2 | 1. Mức độ trao đổi nước ở kênh cấp vẫn chưa tốt, thời điểm tháng 3-4 nước có màu đỏ gạch. 2. Nguồn nước bị ô nhiễm do hoạt động xả thải (mầm bệnh) không qua xử lý, còn rời rạc, chưa tập trung. | 10 |
| Ao nuôi | 4. Cao trình ao nuôi đáp ứng về kỹ thuật. 5. Địa hình thuận lợi để rửa mặn, lấy nước để trồng lúa và nuôi tôm. | 12 | 3. Phần cải tạo ao còn một số hạn chế | |
| Kỹ thuật | 6. Dễ thực hiện do quy trình nuôi không phải cho ăn, thay nước hay siphon hàng ngày. 7. Sử dụng ao ương giúp kích cỡ tôm thả ra ngoài ao lớn hơn. 8. Sử dụng được các bộ test kit môi trường | 12 | 4. Chưa quen khi qui trình yêu cầu ương giống giúp tăng kích cỡ tôm thả ra ngoài ao nuôi | |
| Bán tôm | 9. Tôm sú có giá bán khá tốt 10. Không cần chuyển tôm đi bán | | 5. Do bán cho thương lái thu mua tại ao nên giá chưa ổn định so với thị trường hoặc bán trực tiếp cho công ty. 6. Việc thu hoạch rải rác giữa các hộ do thu tĩa hàng ngày nên khó bán cho công ty thu mua. | 12 |
| Thời gian nuôi | 11. So với thả giống nuôi từ đầu thì sử dụng ao ương giúp giảm thời gian nuôi lớn | 12 | | |

| Yếu tố | Thuận lợi | Số ao | Khó khăn | Số ao |
|-----------------------|--|--------------|---|--------------|
| Thu hoạch | 12. Phương thức thu hoạch đơn giản, sử dụng ngư cụ để thu tỉa nên không phát sinh chi phí thuê nhân công. | 12 | | |
| Phòng và trị bệnh tôm | 13. Nhận diện được một vài biểu hiện của tôm bệnh (giáp vỏ đầu lỏng, bơi tấp mé, đóng rong, thân đỏ gạch, chết rải rác...) | 4 | 7. Một số bệnh phổ biến như đỏ thân, đốm trắng. 8. Khó khăn trong kiểm soát một số dịch hại hoặc vật chủ trung gian như cò, cua, còng... 9. Hầu hết không nhận diện được biểu hiện lâm sàng của một số bệnh trên tôm. 10. Chưa nắm được kỹ thuật trị bệnh khi dịch bệnh bùng phát vì mô hình không sử dụng thuốc và hóa chất | 8 |
| Con giống | | | 11. Chất lượng con giống chưa ổn định và số trại giống có chứng nhận tôm sinh thái rất ít. 12. Độ mặn trong ao thấp hơn trong ương giống. Do đó, đòi hỏi cần tuân kỹ trước khi thả ương | 12 |
| Vì sinh | 14. Quy trình dễ thực hiện, chi phí thấp. 15. Có sự thay đổi tích cực khi sử dụng trong quá trình nuôi. 16. Khả năng mua sản phẩm vì sinh từ các đơn vị khác trong địa bàn tương đối thuận lợi, nhưng đủ điều kiện sử dụng cho tôm hữu cơ thì cần phải đánh giá. | 8 | 13. Chi phí vì sinh có thể làm tăng chi phí sản xuất | 4 |

3.3.2.2. Những kết quả khả quan của mô hình tôm lúa khi áp dụng các cải tiến kỹ thuật theo hướng hữu cơ

○ Về chất lượng nguồn nước cấp

Kết quả khảo sát nguồn nước cấp cho thấy các thông số nhiệt độ, pH, độ mặn và độ kiềm trong vùng thử nghiệm phù hợp cho sự phát triển của tôm. Tuy nhiên, so với một số thủy vực khác, độ kiềm nguồn nước cấp tương đối cao hơn, độ mặn biến động mạnh từ đầu vụ tôm (từ tháng 12 đến tháng 02 hàng năm) đến cuối vụ tôm (tháng 7). Do đó, người nuôi phải rất cẩn trọng trong việc theo dõi độ mặn để cấp nước vào ao vào thời điểm phù hợp. Hàm lượng DO một số thời điểm còn ở mức thấp (dưới 4 mg/L), do đó cần lựa chọn thời điểm lấy nước vào ao. Theo ghi nhận trong quá trình nghiên cứu, nước trong các kênh cấp ở các ao có lưu tốc rất thấp, các kênh nội đồng có khả năng trao đổi nước kém, người nuôi đôi khi gặp nhiều khó khăn trong quá trình cấp nước. Các yếu tố dinh dưỡng cho thấy hàm lượng dinh dưỡng hòa tan rất thấp, tuy nhiên hàm lượng hữu cơ không hòa tan còn ở mức cao. Do đó, cách tốt nhất là cần có nguồn nước cấp vào ao tốt, mỗi mô hình nên có 1 ao hoặc kênh lắng trong hệ thống nuôi. Nhìn chung, chất lượng nguồn nước cấp đảm bảo cho việc phát triển mô hình nuôi tôm - lúa theo hướng hữu cơ dựa trên các chỉ tiêu theo dõi.

○ Các thông số thủy lý hóa trong nước, bùn đáy và thành phần thức ăn tự nhiên trong các ao thực nghiệm đều được cải thiện so với ao đối chứng

Các yếu tố thủy lý hóa cho thấy chất lượng ở các ao thử nghiệm phù hợp cho sự phát triển của tôm. Mặc dù hàm lượng vật chất hữu cơ trong bùn đáy mương và trảng ở các thực nghiệm thấp hơn khá nhiều so với ao đối chứng nhưng vẫn khá cao so với các tiêu chuẩn. Đây là những điểm bất lợi của mô hình tôm-lúa do sự tích tụ bùn ở các ao nuôi từ nhiều năm, quá trình cải tạo hay sử dụng vi sinh không thể xử lý hết lượng bùn đen trong ao. Quá trình phân hủy vật chất hữu cơ trong bùn đáy làm tiêu hao nhiều oxy và có thể gây thiếu vào ban đêm.

Khi đối chiếu với các tiêu chuẩn chất lượng nước trên đối tượng tôm sú, sau quá trình thử nghiệm, nghiên cứu đã rút ra được các yếu tố môi trường có thể đề xuất cho các ao tôm lúa tại Thới Bình, Cà Mau và được trình bày qua [Bảng 3.9](#) như sau:

Bảng 3.9. Các điều kiện môi trường nước đề xuất cho mô hình nuôi tôm sú-lúa luân canh sau khi triển khai thực nghiệm tại Thới Bình, Cà Mau

| Chỉ tiêu | Đơn vị | Khoảng đề xuất bởi các chuyên gia môi trường thủy sản | Khoảng đạt được trong mô hình thử nghiệm đạt hiệu quả cao nhất |
|-------------------------------|----------------------------|---|--|
| Nhiệt độ | °C | 25-30 (Boyd, 1998) 28-33 (Ravichandran & Jajanthi (2006) | 26,1-30,9°C |
| pH | | 7,5-8,5 | 7,9-8,51 |
| Oxy hòa tan | mg/L | > 5 mg/L (Van-Wyk & Scapa, 1999; Ravichandran & Jajanthi, 2006; Boyd, 2015) | 4,26-6,21 |
| Độ mặn | ‰ | 15-25‰ (Ravichandran & Jajanthi, 2006). 7,5-34‰ (Krishnani <i>et al.</i> , 2006) | 7-14‰ |
| Độ kiềm | mg CaCO ₃ /L | 80-160 (Boyd, 1998) < 200 (Javichandran & Jajanthi, 2006) | 72-162 |
| Độ trong | Cm | 25-40 (Boyd, 1998) | 23,0-53,7 |
| TSS | mg/L | 50 mg/L (Boyd, 1998) | 46,0-104 |
| TAN | mg/L | 0,2-2 (Boyd, 1998) | 0,006-0,264 |
| NO ₂ ⁻ | mg/L | < 0,3 (Boyd, 1998) 0,02 (Krishnani <i>et al.</i> , 2006) | 0,005-0,131 |
| NO ₃ ⁻ | mg/L | 0,1-10 mg/L (Boyd, 1998) | 0,093-0,289 |
| PO ₄ ³⁻ | mg/L | 0,005-0,2 (Boyd, 1998) 0,1-0,2 (Krishnani <i>et al.</i> , 2006) | 0,013-0,182 |
| Tổng S ²⁻ | mg/L | Chưa có đề xuất | 0,008-0,048 |

| Chỉ tiêu | Đơn vị | Khoảng đề xuất bởi các chuyên gia môi trường thủy sản | Khoảng đạt được trong mô hình thử nghiệm đạt hiệu quả cao nhất |
|-----------------|---------------|--|---|
| Chlorophyll-a | µg/L | Chưa có đề xuất | 3,7-43,2 |

Đối với các yếu tố thủy sinh, việc ứng dụng vi sinh ủ với cám gạo được trồng theo chứng nhận hữu cơ tạo nguồn thức ăn tự nhiên làm tăng số lượng loài thực vật phù du sinh trong các ao tôm - lúa luân canh (172 loài). Mật độ tảo biến động lớn giữa các đợt khảo sát cũng như giữa các vụ tôm và vụ lúa. Mật độ tảo ở nhóm N3 đạt cao nhất vào cuối vụ tôm 2023 với sự ưu thế của tảo lục (*Nannochloropsis* sp.). Ở nhóm N3, mật độ tảo lam, tảo mắt và tảo giáp có xu hướng giảm thấp, trong khi tảo lục và tảo khuê có xu hướng tăng cao hơn so với các nhóm N1 và N2. Sự gia tăng mức độ phong phú của các ngành tảo có lợi ở nhóm N3 đã góp phần làm cho năng suất tôm tăng cao hơn so với nhóm N1 và N2. Ngoài ra, có 94 loài động vật phù du sinh được xác định thuộc các nhóm Protozoa, Rotifera, Cladocera, Copepoda và nhóm khác. Mật độ động vật phù du sinh trung bình của nhóm N3 thấp hơn nhiều so với nhóm N1 và N2, điều đó cho thấy ở nhóm N3 tôm đã sử dụng ĐVPS nhiều hơn và đóng góp vào sự tăng trưởng của tôm vụ 2023.

Có tổng cộng 21 loài động vật đáy gồm các lớp Bivalvia, Gastropoda, Polychaeta và Malacostraca. Thành phần loài động vật đáy ở nhóm N2 và N3 cao hơn nhóm N1, chủ yếu là do có sự xuất hiện của các giống loài thuộc lớp Polychaeta khi các ao tôm có sử dụng chế phẩm sinh học, trong khi chúng không được tìm thấy ở nhóm N1. Mật độ Gastropoda và Malacostraca ở vụ tôm 2023 giảm thấp đáng kể so với vụ tôm 2022 thể hiện nền đáy thủy vực có hàm lượng vật chất hữu cơ thấp hơn. Ngoài ra, Bivalvia có mật độ tăng cao vào cuối vụ tôm 2023 ở nhóm N3 khi hàm lượng tổng lân (TP) giảm thấp nhất. Nhìn chung, thành phần loài và mật độ của phù du sinh vật và động vật đáy biến động khá cao giữa các vụ tôm và vụ lúa dưới ảnh hưởng của các thông số môi trường nước và trên nền đáy thủy vực. Sự phát triển của các nhóm sinh vật có lợi đã góp phần làm gia tăng năng suất tôm, đặc biệt ở nhóm N3 có năng suất cao hơn các nhóm còn lại.

Khía cạnh kỹ thuật

- Ao tôm-lúa cần có ao ương, được thiết kế gần ao nuôi để có thể chuyển tôm dễ dàng, không gây stress đối với tôm. Diện tích chiếm khoảng 5-10% diện tích ao nuôi. Độ sâu tốt nhất là 1,2 m để tránh nắng nóng.

- Thời gian ương từ 2-3 tuần có thể thả nuôi ngoài ao lớn. Trong thời gian này có thể sử dụng vi sinh ủ cám gạo hữu cơ để tạo nguồn thức ăn tự nhiên trong ao vèo. Không nên ương trong thời gian dài vì trong ao ương nhỏ, tôm lớn với mật độ cao, tôm dễ bị thiếu oxy và chết hàng loạt.

- Ao nuôi nên có diện tích khoảng 2-2,5 ha, nếu diện tích lớn cần phải chia phù hợp. Ao quá lớn sẽ khó khăn trong quản lý chất lượng nước và kiểm soát dịch bệnh.

- Mương bao nên chiếm tỉ lệ 20-35% diện tích ao, độ sâu mực nước mương nên giữ từ 1,0-1,2 m để giúp môi trường ao nuôi ổn định.

- Con giống nên được thuần độ mặn trước khi thả vào ao ương, độ mặn của trại giống chênh lệch so với độ mặn ao ương không quá 3‰ khi thả.

- Nuôi ở mật độ 3 con/m² là cao so với qui trình nuôi truyền thống. Đặc biệt, trong nghiên cứu sử dụng con giống chất lượng nên đạt tỉ lệ sống lúc ương rất cao, do đó khả năng tôm sẽ thiếu thức ăn khi tôm đạt kích cỡ lớn hơn 10g/con. Do đó, ngoài việc ủ vi sinh với cám gạo để tạo nguồn thức ăn tự nhiên, cần phải bổ sung thức ăn 2-3 ngày/lần.

- Thức ăn bổ sung có nguồn gốc hữu cơ như cá tạp trong ao được nấu chín hoặc lúa mầm. Nếu không, tôm hầu như không tăng trưởng vì thiếu thức ăn và khả năng ăn nhau rất lớn.

- Cần phải theo dõi tôm thường xuyên. Quá trình lấy nước vào ao cần thận trọng, cần theo dõi thông tin tình hình dịch bệnh trong khu vực vì khả năng gây nhiễm chéo là rất lớn và ở mức độ nông hộ không thể phát hiện được.

3.3.2.3. Những yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển mô hình trong tương lai

Qua quá trình thực nghiệm, nghiên cứu đã rút ra một số vấn đề trong việc phát triển mô hình tôm-lúa hướng đến hữu cơ:

- Cần có chính sách hỗ trợ người dân về mặt kỹ thuật, tài chính để thúc đẩy chính sách phát triển nuôi tôm - lúa luân canh theo hướng hữu cơ của địa phương.
- Cải thiện hệ thống thủy lợi, nạo vét các kênh cấp, lưu thông dòng chảy, cung cấp nguồn nước có chất lượng tốt hơn và kiểm soát chất lượng nguồn nước cấp.
- Có hệ thống quan trắc chất lượng nguồn nước cấp để có những cảnh báo kịp thời về độ mặn, pH, độ kiềm, hàm lượng dinh dưỡng, quản lý bệnh cho các hộ nuôi trong vùng.
- Cần có những giải pháp phù hợp như thiết kế ao nuôi, duy trì mức nước ổn định, hạn chế nước mưa chảy tràn từ bờ vào ao do đây là mô hình nuôi phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên, BĐKH, xâm nhập mặn và thời tiết rất lớn.
- Khi phát triển vùng tôm - lúa hữu cơ, các yếu tố đầu vào phải đảm bảo đạt yêu cầu về hữu cơ như thức ăn, thuốc phòng trị bệnh, con giống ... có nguồn gốc hoặc chứng nhận hữu cơ. Tuy nhiên, tất cả những yếu tố này hiện nay các địa phương ĐBSCL theo đánh giá còn rất yếu và chưa đáp ứng được nhu cầu phát triển.
- Nhận thức về tôm hữu cơ của người nuôi còn mơ hồ. Với thói quen canh tác truyền thống, việc áp dụng những tiêu chí của tôm hữu cơ đôi khi cần có thời gian để người nuôi tôm-lúa thích ứng.
- Nguồn nhân lực cho phát triển mô hình còn hạn chế, người trẻ có xu hướng đi làm xa nên nhân lực hiện tại chủ yếu những người lớn tuổi, trụ cột trong gia đình.
- Có chính sách xây dựng thương hiệu tôm - lúa hữu cơ hoặc theo hướng hữu cơ để tạo liên kết chuỗi giá trị nhằm nâng cao giá trị sản phẩm. Giá bán phải có sự khác biệt so với tôm nuôi không theo hướng hữu cơ.

3.3.3. Đề xuất các giải pháp kỹ thuật cho qui trình nuôi tôm sú-lúa luân canh theo hướng hữu cơ thích ứng với biến đổi khí hậu

Chọn địa điểm

Địa điểm nuôi phải thuộc trong vùng quy hoạch phát triển tôm - lúa theo phê duyệt của địa phương. Đối với các tỉnh ven biển, phát triển nuôi tôm-lúa luân canh là rất thích hợp ở các vùng nhiễm mặn. Ao nuôi nên gần nguồn nước, thuận lợi cho việc cấp và thoát nước. Khu vực nuôi phải xa nguồn nước bị ảnh hưởng bởi các nguồn xả thải, ô nhiễm từ sản xuất công nghiệp, sinh hoạt. Chất lượng nước phải đảm bảo tiêu chuẩn cho nuôi tôm nước lợ và đời sống thủy sinh, trong đó hàm lượng kim loại nặng và dư lượng thuốc bảo vệ thực vật không vượt giới hạn cho phép theo qui định.

Thiết kế ao nuôi

○ **Ao ương:** Tùy vào điều kiện mỗi hộ nuôi mà ao ương có thể dao động từ 500-1000 m². Ao có thể thiết kế ao chìm hay ao bán nổi. Ao ương được thiết kế liền kề với ao nuôi để thuận lợi cho việc chuyển tôm sang ao nuôi sau thời gian ương. Ao có độ sâu 1,2-1,5 m, mức nước trong ao từ 1,0-1,2 m. Đáy ao nên có độ dốc về phía cống thoát để thuận lợi cho thoát nước. Gia cố bờ ao chắc chắn không rò rỉ. Sau khi cấp nước qua lưới lọc.

○ **Ao nuôi:** Để thuận lợi cho việc quản lý chất lượng nước và sức khỏe tôm. Ao nuôi không nên quá rộng. Nếu hộ nuôi có diện tích canh tác rộng nên chia thành nhiều ao có diện tích mặt nước thay đổi từ 1,5-2,0 ha, tùy theo điều kiện cụ thể từng hộ nuôi và điều kiện nguồn nước, khả năng quản lý và chăm sóc.

+ *Bờ bao:* chiều rộng mặt bờ 2-3 m. Chiều rộng chân bờ 3-4 m.

+ *Mương bao:* diện tích mương bao 30-35% diện tích mặt ruộng để trồng lúa.

Mương bao quanh được thiết kế như sau:

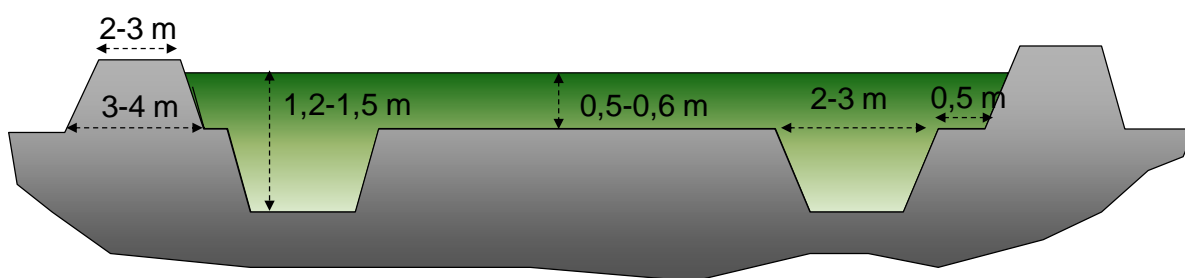
- Đào cách bờ 0,5-1,0 m để tránh xói lở từ bờ xuống mương bao.

- Chiều rộng mương bao: 2,0-3,0 m; chiều sâu mương bao là 1,5-1,7 m (tính từ mặt bờ); mương dốc dần về phía cống thoát nước.

- Mức nước ở mương bao tốt nhất khoảng 1,2 m. Nếu quá cạn dễ dẫn đến nhiệt độ quá cao vào buổi trưa và chiều ảnh hưởng đến tôm.

+ *Mặt ruộng trồng lúa:*

Là phần mặt ao còn lại dùng để trồng lúa. Để thuận lợi cho việc canh tác lúa và điều chỉnh mực nước trên ao, mặt ao nên bằng phẳng. Mực nước trên ruộng có thể duy trì mức nước lớn hơn 0,5-0,6m.



Hình 3.50. Mặt cắt ngang của mô hình tôm - lúa

+ Mỗi ao cần có ít nhất một cống thoát nước. Cống có thể bằng xi măng, ống sành, PVC tùy điều kiện nông hộ, khẩu độ cống từ 30-45 cm.

Cải tạo ao nuôi

Ao nuôi phải được dọn dẹp cây cỏ xung quanh bờ, dùng nước ngọt từ sông, kênh hay nước mưa để rửa phèn/mặn cho ruộng (nếu cần thiết). Tát cạn và sên vét bùn đáy dưới mương bao.

+ Mương mới đào: ngâm rửa nhiều lần, bón lót vôi từ 50-100 kg/1000 m² tùy theo pH đất, phơi đất.

+ Mương cũ: sên vét bùn đáy ao mương, sửa cống, bọng đầm nén bờ bao tránh rò rỉ nước, sau đó tiến hành bón vôi.

Đối với bón vôi: bón vôi lúc đất còn ẩm, bón nhiều vôi ở nơi còn ngập úng. Không phơi nứt nẻ đối với nơi bị phèn. Bón dưới mương nhiều hơn bón trên mặt ruộng. Liều lượng và chủng loại vôi bón: khuyến khích nên dùng CaCO₃, chỉ sử dụng Ca(OH)₂ trong trường hợp đất quá phèn.

Đối với vấn đề gốc rạ: sau khi thu hoạch lúa dọn bớt gốc rạ và cho nước vào ngâm cho rạ mục rồi bơm cạn, phơi ruộng đến khi mặt ruộng còn ẩm thì tiến hành bón vôi và phơi đến nứt chân chim để tránh ô nhiễm hữu cơ do xác cây lúa, gốc rạ phân hủy.

Đối với dịch hại: bón vôi CaO hay CaCO₃ liều lượng 10-20 kg/100m² nhằm diệt mầm bệnh, giáp xác, tạo pH nền đáy, ổn định môi trường. Vôi được rải đều mặt ruộng bao và phơi từ 5-7 ngày, bón vôi với lượng phù hợp với pH để duy trì được pH trong khoảng phù hợp. Những ruộng không tát cạn và phơi đáy ruộng thì dùng thuốc cá saponin để diệt cá tạp.

Gây màu nước: Sau khi cấp nước qua lưới lọc, tiến hành gây màu nước nhằm tạo thức ăn tự nhiên trong ao nuôi. Có thể sử dụng phân hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên, vi sinh ủ các nguồn hữu cơ như là cám gạo, gạo, bột bắp, đậu nành, đậu xanh... Việc gây màu nước nên thực hiện và theo dõi thông qua đo độ trong của nước bằng đĩa Secchi. Nếu độ trong dao động từ 25-50 cm là phù hợp.

Nguồn nước cấp

Nguồn nước cấp cho ao được lấy từ sông hoặc kênh cấp. Nên chọn thời điểm triều cường (nước lớn) để lấy nước, tránh lấy vào những lúc triều thấp (nước ròng) để hạn chế nước nhiều phèn, vật chất lơ lửng cao và chất lượng kém. Nước cấp và nước nuôi theo qui định của qui chuẩn Việt Nam.

Có thể dùng túi lọc để ngăn chặn dịch hại như cá tạp và giáp xác. Mực nước trong ruộng bao trung bình khoảng 1,2 m thì có thể bón phân gây màu nước bằng phân hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên để tạo nguồn thức ăn tự nhiên cho tôm phát triển và hạn chế tảo đáy. Quá trình gây màu nên được thực hiện sau khi cấp đủ nước để hạn chế rong đáy về sau. Dùng các chất xử lý cải tạo môi trường có nguồn gốc tự nhiên. Không dùng phân hóa học và thuốc trừ sâu trong xử lý nguồn nước cấp cho ao nuôi. Không dùng phân tươi (phân gia súc, gia cầm tươi) trong cải tạo ao.

Mùa vụ nuôi

Tuân thủ lịch thời vụ khuyến cáo của cơ quan chuyên môn địa phương. Thông thường tôm sú nuôi luân canh ruộng lúa vùng nước lợ được thả ương vào tháng 1-2 và thu hoạch từ sau 3-4 tháng nuôi. Thời gian ương tôm sú khoảng 2-3 tuần, sau đó thả ra ao nuôi với thời gian sau 3 tháng có thể thu hoạch bằng hình thức thu tĩa thả bù.

Kiểm tra môi trường nước chuẩn bị thả giống

Đúc kết từ quá trình thực nghiệm cho thấy, chất lượng nước cần được kiểm tra trước khi thả giống. Sau khi cấp đủ nước tiến hành đo đạc một số chỉ tiêu môi trường nước như độ trong, độ mặn, pH, độ kiềm. Khi nước quá trong (> 50 cm) tức là thiếu thức ăn tự nhiên trong ao, cần gây màu nước bằng phân hữu cơ có nguồn gốc tự nhiên, vi sinh ủ cám gạo. Đối với những ao có độ mặn thấp thì thường nước có màu xanh đọt chuối, do tảo lục chiếm ưu thế. Những vùng tôm - lúa luân canh thì độ mặn thường thấp và có thể đạt từ 7-15‰ là có thể thả giống. Điều chỉnh pH từ 7,5-8,5 và độ kiềm 70-160 mgCaCO₃ bằng vôi tôi (Ca(OH)₂ hoặc vôi nông nghiệp (CaCO₃). Khi môi trường đạt yêu cầu cơ bản trên thì có thể thả giống hoặc chuyển tôm.

Chọn giống

Tiêu chuẩn chọn giống: tôm giống giai đoạn post 12-15 chọn mua ở trại sản xuất giống có chất lượng, uy tín trong vùng. Tôm giống phải được kiểm dịch, xét nghiệm đảm bảo chất lượng tôm sạch bệnh, một số chỉ tiêu có thể đánh giá như là còi (MBV), đốm trắng (WSSV), hoại tử gan tụy cấp (AHPND), vi bào tử trùng (EHP). Tốt nhất là chọn tôm giống từ trại giống có chứng nhận sinh thái.

Các chỉ tiêu cảm quan:

- Về ngoại hình: tôm giống phải đều cỡ, không dị hình; đuôi xoè, khi tôm bơi hai ăngten đóng mở thành hình chữ V.
- Về màu sắc: màu sắc đặc trưng của loài tôm sú, cơ thể tôm sú giống có vân màu xám tro đen, lưng màu xám bạc, tươi sáng.
- Hoạt động của tôm: bơi thành đàn ngược chiều dòng nước, phản ứng nhanh với tiếng động và ánh sáng.

Thả giống

Tôm giống sau khi vận chuyển từ trại giống đến ao ương phải thuần tôm để chất lượng nước (nhiệt độ, pH, độ mặn) giữa ao nuôi và nước trong túi tôm giống không chênh lệch lớn mà tôm có thể điều chỉnh sinh lý để tỉ lệ sống cao. Khi pH chênh lệch hơn 0,5 và độ mặn chênh lệch quá 3‰ thì tiến hành thuần hóa. Có 2 cách thuần:

○ **Thả trực tiếp:** khi đặt mua tôm giống cần báo trước cho trại giống để hạ (thuần) độ mặn cho phù hợp với độ mặn trong ao nuôi. Sau khi chuyển tôm đến ao, đặt túi chứa tôm vào ao nuôi 20-30 phút theo nguyên tắc chênh lệch nhiệt độ 0,2 °C/phút. Sau đó mở túi cho nước vào từ từ để tôm thích nghi độ mặn và pH. Trường hợp này áp dụng khi nông hộ không có điều kiện về cơ sở vật chất cho thuần hóa. Nhược điểm của phương pháp này là chỉ thuần nhiệt độ, không loại bỏ được tôm yếu do quá trình vận chuyển.

○ **Thuần tập trung trên bể:** thuần hóa không chỉ để thuần độ mặn mà còn một số yếu tố khác như nhiệt độ, pH, độ kiềm... liên quan đến áp suất thẩm thấu giữa môi trường và máu tôm. Chuẩn bị thau hoặc bể nhựa lớn có thể tích 50-100 L và máy sục khí, cho tôm giống vào bể, 20.000 con/thau và sục khí. Cho thêm nước ao nuôi vào thau/bể từ từ để tôm thích nghi dần, khoảng 30 phút giảm độ mặn từ 1,0-2,0‰. Khi đạt độ mặn thích hợp với ao ương, nghiêng thau/bể cho tôm bơi ra ao từ từ. Phương pháp này có thể giúp tôm thích ứng tốt sau khi thả vào môi trường nước ương, nuôi.

Nên thả giống vào lúc thời tiết mát mẻ (6-7 giờ sáng hoặc 5-6 giờ chiều), thả tôm ở nhiều vị trí phía trên gió trong ao để có sự phân bố đều về mật độ, tránh lúc trưa nắng nhiệt độ cao dễ gây sốc.

Tôm sú giống khỏe quan sát thấy tôm thường bơi phân tán rất nhanh khi ra ao ương và bơi hướng ngay xuống đáy. Sau 1-2 ngày ta có thể thấy tôm phân bố đều trong ao. Sau khi thả tôm tuần đầu, nên theo dõi tôm ở các vị trí khác nhau, nếu tôm có khuynh hướng sống đáy thì tốt. Có một số trường hợp tôm kéo đàn liên tục, khả năng bắt mồi kém, phải kiểm tra các yếu tố môi trường và nhờ cán bộ chuyên môn tư vấn kịp thời.

Chăm sóc và quản lý môi trường ao nuôi

○ Chăm sóc giai đoạn ương

Ương (vèo) tôm giống có ý nghĩa quan trọng cho việc nâng cao tỉ lệ sống ở giai đoạn đầu khi thả vào ao nuôi. Trong giai đoạn đầu chuẩn bị nước ao ương, để tăng nguồn thức ăn tự nhiên trong ao, phân hữu cơ vi sinh, hoặc phân hữu cơ có nguồn gốc từ cám gạo. Sau khi thả giống, theo dõi sự phân bố và hoạt động của tôm trong ao ương sau 24 giờ. Giai đoạn này tôm còn nhỏ, sử dụng chủ yếu thức ăn tự nhiên trong ao ương. Nếu ao ương có độ trong cao, nghèo thức ăn tự nhiên thì có thể bổ sung thức ăn như cá tạp trong ao, có nguồn gốc tự nhiên hấp chín. Đo đặc nhiệt độ, pH và oxy hòa tan 2 lần/ngày (5-6 giờ sáng và 2-3 giờ chiều) để có biện pháp quản lý môi trường tránh ảnh hưởng đến tôm ở giai đoạn nhỏ. Thời gian ương từ 2-3 tuần là có thể chuyển tôm sang ao nuôi lớn.

○ Chăm sóc ao nuôi

Thường xuyên theo dõi các yếu tố môi trường ao nuôi như: màu nước, độ trong, pH, nhiệt độ, độ mặn, độ kiềm và kiểm tra bờ bao, công cấp và thoát nước để có biện pháp xử lý kịp thời. Cần quản lý tốt các yếu tố môi trường ở nguồn nước cấp trước khi lấy vào ao ương, ao nuôi như sau:

- pH dao động từ 7-9, thích hợp nhất từ 7,5-8,5 và dao động trong ngày không quá 0,5. Khi pH nhỏ hơn 7,0 thì sử dụng vôi CaCO_3 để nâng pH.

- Độ kiềm có tầm quan trọng là hệ đệm để ổn định pH, độ kiềm thích hợp trong ao nuôi tôm 80-160 mgCaCO_3/L . Khi độ kiềm thấp hơn 80 mgCaCO_3/L nên bón bổ sung vôi CaCO_3 hoặc dolomite vào ban đêm để cải thiện độ kiềm.

- Độ mặn nước ao nuôi có thể dao động từ 5-35‰, thích hợp nhất từ 10-25‰. Tuy nhiên đối với những vùng tôm lúa, độ mặn thường bị ảnh hưởng bởi nước mưa nên độ mặn từ 5-15‰ là được xem là phù hợp đối với mô hình. Khi mưa nhiều có thể xả bỏ tầng lớp nước mặt để hạn chế giảm độ mặn trong ao nuôi.

- Không giống như hệ thống nuôi thâm canh, các ao tôm lúa thường khó quản lý độ trong, do đó độ trong dao động từ 25-50 cm được xem là phù hợp.

- Mực nước trên trảng luôn giữ tối thiểu 50-60 cm khi nuôi tôm để hạn chế nhiệt độ tăng cao vào buổi trưa, nắng nóng, tạo điều kiện thuận lợi cho tôm hoạt động trên trảng kiếm thức ăn. Nếu có xuất hiện rong đáy phát triển quá mạnh thì nên sử dụng

phương pháp thủ công để loại bỏ bột rong, không sử dụng hóa chất để diệt rong.

- Kết quả nghiên cứu thực nghiệm từ những mô hình nuôi thành công cho thấy, hàm lượng chất rắn lơ lửng dao động từ 50-100 mg/L; DO > 4 mg/L; TAN từ 0,2- 2 mg/L, NO₂- <0,3 mg/L; Chlorophyll-a < 50 µg/L được xem là phù hợp đối với mô hình.

- Do độ mặn trong mô hình thấp nên nhóm tảo lục chiếm ưu thế. Đối với nhóm động vật đáy cũng là nguồn thức ăn tự nhiên trong ao, nhóm ốc gạo *Stenothyra* spp., ấu trùng muỗi *Chironomidae*, giun nhiều tơ *Nephtys* sp., *Nereis* sp... chiếm ưu thế chúng tỏ môi trường giàu thức ăn tự nhiên cho tôm.

Quản lý thức ăn tự nhiên trong ao

Yêu cầu: sử dụng thức ăn tự nhiên, thức ăn chế biến có nguồn gốc hữu cơ hoặc kết hợp với thức ăn tự nhiên, phụ phẩm của sản phẩm nông nghiệp hữu cơ, thức ăn tự chế đơn giản hoặc thức ăn viên dành riêng cho nuôi tôm hữu cơ. Không sử dụng thức ăn viên công nghiệp.

Quản lý thức ăn tự nhiên: đây là vấn đề khó trong các mô hình nuôi tôm quảng canh. Kết quả thực nghiệm đã chỉ ra rằng sau một tháng thả nuôi có thể bổ sung dinh dưỡng cho ao nuôi bằng phân hữu cơ vi sinh ủ cám, gạo từ sản xuất lúa hữu cơ với liều lượng 20 lít/ha nhằm tạo hữu cơ cho môi trường nước định kỳ 7-10 ngày/lần hoặc theo tình huống ao nước quá trong (> 50 cm). Quan sát tình trạng sức khỏe, đường ruột của tôm để xác định đầy đủ hay thiếu thức ăn nhằm bổ sung nguồn thức ăn tự nhiên hay chế biến có nguồn gốc hữu cơ phù hợp. Đến tháng thứ 2, để đảm bảo lượng thức ăn có đủ cho tôm khi nuôi mật độ từ 2-3 con/m²/đợt thả thì phải bổ sung thêm cá tạp trong ao hấp chín cắt nhuyễn 1-2 lần/tuần hoặc lúa mầm với hàm lượng 2-3 kg/ha. Thường xuyên theo dõi tăng trưởng của tôm, tránh tình trạng tôm đạt tỉ lệ sống cao, không đủ thức ăn, tôm chậm lớn.

Quản lý sức khỏe tôm nuôi

Thường xuyên quan sát tôm nuôi hoạt động bắt mồi và sức khỏe của tôm trong ao, quan sát biểu hiện bên ngoài của tôm như màu sắc, phụ bộ, đường ruột để nhận biết sớm các dấu hiệu bất thường để xử lý kịp thời.

Trong thời gian nuôi, định kỳ 1 hoặc 2 tuần 1 lần sử dụng chài hoặc đặt lú bắt tôm để kiểm tra tốc độ tăng trưởng, khối lượng của tôm cùng với đánh giá tình trạng sức khoẻ của tôm thông qua quan sát cơ thể tôm. Kịp thời xử lý khi thấy có các dấu hiệu nhiễm bệnh và tăng cường quản lý tốt chất lượng nước và thức ăn tự nhiên. Không sử dụng thuốc kháng sinh, thuốc hóa chất để phòng bệnh trên tôm. Có thể sử dụng các thảo dược có nguồn gốc tự nhiên để phòng bệnh.

Biện pháp phòng bệnh tổng hợp

- Thiết kế hệ thống ao nuôi phù hợp, đảm bảo độ sâu để ổn định nhiệt độ.
- Theo dõi chất lượng nước để quản lý tốt các yếu tố môi trường nước ao nuôi.
- Nuôi mật độ vừa phải. Chọn con giống tốt theo hướng dẫn ở phần trên.
- Thường xuyên kiểm tra hoạt động, sức khỏe tôm.
- Có thể bổ sung các loại chế phẩm sinh học thích hợp để cải thiện môi trường nước và nền đáy ao.
- Định kỳ sử dụng phân hữu cơ vi sinh để tạo nguồn thức ăn tự nhiên cho tôm, đảm bảo môi trường sinh thái.

Thu hoạch

Sau khoảng 90 ngày nuôi, có thể tiến hành thu tỉa tôm đạt kích thước thương phẩm bằng lú thưa. Sau đó thu hoạch hàng tháng hoặc thu hoạch đồng loạt. Trong thời gian thu hoạch cần theo dõi chu kỳ lột xác của tôm và hạn chế thu tôm còn mềm vỏ, giá bán thấp. Sau khi thu hoạch, nước trong ao nuôi muốn thải ra ngoài phải đảm bảo chất lượng. Dụng cụ và cách đánh bắt hạn chế xây sát vật nuôi, không ảnh hưởng xấu đến sự ổn định của hệ sinh thái. Không dùng thuốc, hóa chất khi làm vệ sinh thùng vận chuyển. Không dùng thuốc, hóa chất bảo quản sản phẩm trong quá trình vận chuyển.

Hồ sơ, ghi chép

Trong quá trình sản xuất, cần ghi chép chính xác, chi tiết, đều đặn các yếu tố kỹ thuật tác động:

- Chất cải tạo, xử lý môi trường nước, đáy: ghi chép đầy đủ: thời gian, loại, số lượng các chất đã sử dụng khi cải tạo ao, xử lý nước trong quá trình nuôi trồng thủy sản.
- Giống: ghi chép đầy đủ giống nuôi, nơi sản xuất, sạch hay kháng bệnh, hoạt động, đánh giá cảm quan.
- Các kỹ thuật tác động như thay nước, gây màu nước, sức khỏe tôm, quan trắc chất lượng môi trường nước...
- Thức ăn: nếu có bổ sung thức ăn có nguồn gốc tự nhiên cần ghi chép hàng ngày về loại thức ăn, số lượng, nhà sản xuất (nếu sử dụng thức ăn viên dành cho tôm hữu cơ)
- Thuốc phòng trị bệnh: khi dùng thuốc trị bệnh cần ghi chép: bệnh của tôm, loại thuốc dùng, cách dùng, liều dùng, thời gian dùng. Không dùng hóa chất cấm, có thể sử dụng thuốc như thảo dược có nguồn gốc tự nhiên....
- Sản phẩm thu hoạch: ghi chép lại ngày thu hoạch, ao, sản lượng từng ao nuôi.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Luận án đã phân tích, làm sáng tỏ và vận dụng cơ sở lý thuyết và thực tiễn về mối quan hệ giữa các yếu tố ảnh hưởng của chất lượng môi trường và kỹ thuật đối với việc phát triển mô hình nuôi tôm - lúa luân canh theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau. Luận án đã rút ra một số kết luận quan trọng sau:

i) Mô hình tôm-lúa có thả bổ sung cua vào vụ tôm sú và TCX vào vụ lúa là phổ biến nhất. Tổng thu nhập từ hoạt động sản xuất của mô hình là 68,85-71,06 triệu đồng/ha/năm với cả hai mô hình tôm đơn và tôm cua. Năng suất mô hình nuôi kết hợp tôm cua và tôm đơn lần lượt là $189,20 \pm 118,24$ và $196,75 \pm 164,17$ kg/ha/năm. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy với mật độ thả 2,5 con/m² với số lần thả ít hơn 4 lần/năm cho khoảng thu nhập cao.

ii) Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng các yếu tố môi trường đến sự phát triển mô hình tôm - lúa ở huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau cho thấy:

- Về các yếu tố thủy lý hóa: Chất lượng nước trong vùng nuôi tôm-lúa khá biến động, hàm lượng ôxy thấp (2,40-6,78 mg/L), độ mặn đầu mùa khô rất cao (30,4‰) và giảm nhanh về cuối vụ tôm ($8,75 \pm 0,69$ ‰ và $8,87 \pm 2,20$ ‰ trong 2 năm 2022 và 2023 tương ứng). Hàm lượng NO₂⁻ cao và có sự tích tụ dinh dưỡng ở các kênh nội đồng vào cuối vụ lúa thông qua sự gia tăng hàm lượng BOD₅, COD_{Mn}, NO₃⁻, PO₄³⁻ và TP trong nước. Nhưng các chỉ tiêu môi trường nước vẫn đạt yêu cầu theo các quy chuẩn về chất lượng nước mặt khi so sánh với QCVN và các công trình nghiên cứu khác.
- Về các yếu tố thủy sinh vật: phiêu sinh vật có thành phần loài khá đa dạng và thay đổi phụ thuộc vào hàm lượng dinh dưỡng và độ mặn. Nghiên cứu ghi nhận 150 loài thực vật phiêu sinh, 84 loài động vật phiêu sinh và 34 loài động vật đáy ở các khu vực kênh cấp nước cho vùng nuôi tôm-lúa. Động vật đáy có ưu thế của hai loài ốc đing thuộc họ *Thiaridae* như *Sermyla riqueti* với mật độ 1.820 ct/m² và *Tarebia granifera* với mật độ 3.280 ct/m² chỉ thị nền đáy thủy

vực bị ô nhiễm hữu cơ. Kết quả là cơ sở quan trọng trong việc lưu ý phát triển vùng nuôi, xây dựng qui trình kỹ thuật để đảm bảo đủ lượng thức ăn cho tôm khi cấp/thay nước từ các kênh cấp.

iii) Qua nghiên cứu thực nghiệm mô hình tôm-lúa theo hướng hữu cơ bền vững tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau cho thấy:

- Chất lượng ở các ao thử nghiệm rất phù hợp cho sự phát triển của tôm, pH phù hợp ($8,0 \pm 0,5$), độ kiềm tương đối cao và đều ở mức lớn hơn $100 \text{ mgCaCO}_3/\text{L}$. Hàm lượng TSS dao động từ 50-100 mg/L thể hiện nguồn thức ăn tự nhiên được cải thiện trong môi trường. Với ứng dụng vi sinh trong quá trình nuôi giúp chất lượng nước ổn định, tảo lục và tảo khuê chiếm ưu thế, trong khi hạn chế sự phát triển của tảo mắt và tảo lam phát triển. Nhóm ĐVĐ được cải thiện góp phần làm tăng năng suất tôm nuôi.
- Từ kết quả thực nghiệm, luận án đã khẳng định rằng mô hình tôm-lúa áp dụng qui trình cải tiến kỹ thuật theo hướng hữu cơ, có ao ương, quản lý tốt các yếu tố thủy lý hóa tự nhiên với mật độ thả 3 con/m² có bổ sung vi sinh và cho ăn bổ sung thức ăn có nguồn gốc hữu cơ cho năng suất tôm sú đạt 125-391,1 kg/ha/năm, cao hơn khoảng 43% so với mô hình nuôi truyền thống với năng suất 64,3-174,7 kg/ha/năm.
- Qui trình dễ áp dụng, hướng dẫn cụ thể các bước kỹ thuật nuôi, chọn lựa con giống, ương tôm, quản lý chất lượng nước... cho thấy mang lại hiệu quả cải thiện năng suất và hiệu quả kinh tế so với nuôi theo phương pháp truyền thống. Qui trình hoàn toàn có thể áp dụng trên qui mô lớn theo định hướng phát triển vùng tôm - lúa luân canh theo hướng hữu cơ của địa phương.

Kết quả nghiên cứu đã góp phần bổ sung cơ sở thực tiễn trong việc định hướng phát triển nghề nuôi luân canh tôm-lúa thích ứng với BĐKH và xâm nhập mặn, đồng thời tôm được nuôi theo hướng hữu cơ tại huyện Thới Bình, Cà Mau là giải pháp cho mục tiêu phát triển dài hạn khi tôm sú đã được Bộ NN&PTNT và UBND tỉnh Cà Mau xác định là loài xuất khẩu chủ lực.

Kiến nghị

i) Tiếp tục nghiên cứu biến động chất lượng nước với chu kỳ đánh giá nhiều hơn để thấy rõ hơn biến động chất lượng nước vào những thời điểm giao mùa, biến động xâm nhập mặn để phục vụ cho việc phát triển mô hình tôm - lúa ở Cà Mau.

ii) Qua nghiên cứu cho thấy có sự tích tụ dinh dưỡng ở các kênh nội đồng vào cuối vụ lúa, vì vậy cần có những biện pháp xử lý phù hợp trước khi đưa nguồn nước vào sử dụng như nạo vét kênh cấp. Bên cạnh đó mật độ tảo giáp có xu hướng tăng cao vào cuối vụ tôm nên cũng cần có kế hoạch quan trắc để có hướng dẫn kịp thời cho các hộ nuôi tôm - lúa của địa phương.

iii) Tăng cường sự tham gia của các bên liên quan, gồm cả khối tư nhân trong quá trình nghiên cứu sản phẩm đầu vào được chứng nhận hữu cơ để phục vụ cho phát triển chuỗi liên kết sản phẩm tôm đạt được các loại chứng nhận quốc tế nói chung và hữu cơ nói riêng.

**DANH MỤC CÁC BÀI BÁO KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN
ĐỀ TÀI LUẬN ÁN**

- 1) **Ngô Tiến Chương**, Đỗ Quang Trung, Trần Ngọc Hải, Huỳnh Trường Giang* (2023). Đánh giá mô hình tôm-lúa luân canh ở Đồng bằng sông Cửu Long. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, số 21/2023, tr. 62-69.
- 2) **Tien C. Ngo**, Truong G. Huynh, Van H. Au, Thi K. L. Nguyen, Ngoc H. Tran (2023). Zoobenthos composition in rotational rice-black tiger shrimp farming farms towards organic standards. *AAACL Bioflux*, 16, 3433-3448. (Q3)
- 3) **Ngô Tiến Chương**, Vu Minh Nhí, Trần Văn An, Trần Trung Giang, Vũ Hùng Hải, Âu Văn Hóa, Trần Ngọc Hải và Huỳnh Trường Giang* (2023). Chất lượng nước khu vực nuôi tôm lúa luân canh tại Thới Bình, tỉnh Cà Mau. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, Tập 60, số 1 (02-2024) tr. 150-160.
- 4) Huỳnh Trường Giang, Vu Minh Nhí, Trần Trung Giang, Âu Văn Hóa, Nguyễn Thị Kim Liên, Trần Ngọc Hải và **Ngô Tiến Chương*** (2023). Đặc điểm môi trường nước trong mô hình tôm-lúa luân canh ở Cà Mau. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, số 5/2024, tr. 88-100.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

TÀI LIỆU TIẾNG VIỆT

1. Trường Ngọc An (1993), Phân loại tảo silic phù du biển Việt Nam, NXB Khoa học và Kỹ Thuật, 312 trang.
2. Mạc Như Bình & Nguyễn Thị Thanh Thủy (2018), Giáo trình kỹ thuật nuôi thức ăn tự nhiên trong nuôi trồng thủy sản, NXB Đại học Huế.
3. Bộ Khoa học và Công nghệ (2018), Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 11041-6:2018 về Nông nghiệp hữu cơ, Phần 8: Tôm hữu cơ
4. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2021), Kịch bản biến đổi khí hậu. Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội.
5. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2023), QCVN 08-MT: 2023/BTNMT. Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt.
6. Chi cục thủy sản tỉnh Cà Mau, 2020, Báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ công tác năm 2020, Kế hoạch công tác năm 2021.
7. Chi cục thủy sản tỉnh Cà Mau, 2021, Báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ công tác năm 2020, Kế hoạch công tác năm 2022.
8. Chi cục thủy sản tỉnh Cà Mau, 2022, Báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ công tác năm 2021, Kế hoạch công tác năm 2023.
9. Ngô Tiến Chương, Trần Thị Thu Hà & Nguyễn Ngọc Lan (2019), “Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu quả tài chính nuôi tôm trong mô hình tôm-lúa luân canh ở huyện An Biên, tỉnh Kiên Giang”, *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (số 2), trang 76-83.*
10. Cổng thông tin điện tử Cà Mau (2023a), Vị trí địa lý, giới hạn lãnh thổ; khí hậu, tài nguyên đất. Truy cập ngày 19/10/2023, từ <https://www.camau.gov.vn/wps/portal/?1dmy&page=trangchitiet&urile=wc m%3apath%3a/camaulibrary/camauofsite/gioithieu/tongquan/dieukientunhien/vi+tri+dia+ly+gioi+han+lanh+tho>
11. Cổng thông tin điện tử Cà Mau (2023b), Thới Bình đẩy mạnh sản xuất lúa-tôm thích ứng biến đổi khí hậu. Truy cập từ

<https://camau.gov.vn/wps/portal/?1dmy&page=trangchitiet&urile=wcm%3Apath%3A/camaulibrary/camauofsite/trangchu/tintucsukien/kinhte/gjhgfhdgre> ngày 10/10/2023.

12. Cục Thủy sản (2023), Báo cáo tổng kết kết quả thực hiện kế hoạch 2023, phương hướng, nhiệm vụ, giải pháp chủ yếu thực hiện kế hoạch 2024.
13. Lê Cảnh Dũng (2012), “Tác động của trồng lúa đến nuôi tôm từ các chỉ số kinh tế trong hệ thống lúa-tôm vùng ven biển Đồng bằng sông Cửu Long”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (số 22a), trang 69-77.
14. Thái Thanh Dương (2003), Một số loài giáp xác thường gặp ở Việt Nam. Trung Tâm tin học-Bộ Thủy sản. 108 trang.
15. Trần Trung Giang, Âu Văn Hóa, Trương Quốc Phú, Vũ Ngọc Út, & Huỳnh Trường Giang (2021), “Chất lượng nước trong khu vực nuôi tôm tỉnh Bạc Liêu”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (Số chuyên đề: 57) trang 126-136.
16. Trần Trung Giang, Oluwadamilare, A. A., Âu Văn Hóa, Huỳnh Trường Giang, Trương Quốc Phú, Wada, M., & Vũ Ngọc Út (2020), “Đánh giá chất lượng nước trong khu vực nuôi tôm tỉnh Sóc Trăng”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (Số chuyên đề: 56), trang 112-120.
17. GIZ (2020), Báo cáo Hiện trạng sản xuất tôm-lúa vùng Đồng bằng sông Cửu Long
18. Huỳnh Văn Hiền, Trần Đắc Định & Đặng Thị Phương (2019), “Khía cạnh kinh tế-xã hội của các nghề khai thác thủy sản Vùng cửa sông Cửu Long”, *Tạp chí Khoa học Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, (số 8 -105), trang 122-129.
19. Âu Văn Hóa, Trần Trung Giang, Nguyễn Thị Kim Liên, Huỳnh Thị Ngọc Hiền, Vũ Ngọc Út & Huỳnh Trường Giang (2022), “Đa dạng thành phần loài động vật đáy vào mùa mưa ở khu vực nuôi tôm, tỉnh Cà Mau”, *Tạp chí Khoa học Nông nghiệp Việt Nam*, số 20(4), trang 436-444.
20. Huỳnh Kim Hường, Lê Quốc Việt, Đỗ Thị Thanh Hương & Trần Ngọc Hải (2016), “Phân tích khía cạnh kỹ thuật và hiệu quả tài chính của mô hình nuôi

- tôm càng xanh-lúa luân canh với tôm sú ở vùng nước lợ tỉnh Bạc Liêu”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (số 43), trang 97-105.
21. Nguyễn Văn Khôi (2001), Phân lớp chân mái chèo- Copepoda, biển, Động vật chí Việt Nam. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.
 22. Nguyễn Thị Kim Liên, Âu Văn Hóa, Dương Văn Ni, & Huỳnh Trường Giang (2021), “Thành phần loài của lớp chân bụng (Gastropoda) ở hệ sinh thái rừng ngập mặn Cù Lao Dung, Sóc Trăng”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, số 02-123), trang 110-115.
 23. Nguyễn Thị Kim Liên, Nguyễn Duy Thanh, Phan Văn Nin, Võ Nam Sơn, & Huỳnh Trường Giang (2022), “Động vật phiêu sinh và môi liên hệ với các thông số môi trường nước trong ao ương tôm thẻ chân trắng (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) siêu thâm canh”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp Việt Nam*, (số 08-141), trang 101-108.
 24. Thái Văn Long (2001), Lịch Sử Và Địa Lý Cà Mau Tập 2 - Địa Lý. NXB Đại Học Quốc Gia Hà Nội.
 25. Võ Thị Thanh Lộc & Huỳnh Hữu Thọ (2016), Giáo trình phương pháp nghiên cứu khoa học và viết đề cương nghiên cứu: Ứng dụng trong lĩnh vực kinh tế-xã hội, NXB Đại học Cần Thơ, 193 trang.
 26. Lê Thị Phương Mai, Trần Ngọc Hải, Dương Văn Ni, & Võ Nam Sơn (2015), “Đánh giá tác động của biến đổi khí hậu và giải pháp ứng phó trong mô hình tôm sú-lúa luân canh ở Đồng bằng sông Cửu Long”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (số 41), trang 121-133.
 27. Trương Hoàng Minh (2017), “Đánh giá khía cạnh kỹ thuật và hiệu quả tài chính trong nuôi tôm sú theo mô hình tôm-lúa luân canh ở tỉnh Cà Mau”, *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (số 50), trang 133-139.
 28. Trương Hoàng Minh, Trần Hoàng Tuấn, & Trần Trọng Tân (2013), “So sánh hiệu quả sản xuất của hai mô hình tôm sú-lúa luân canh truyền thống và cải tiến ở tỉnh Kiên Giang”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (số 28), trang 143-150.

29. Nguyễn Minh Nhật Quang, Trần Văn Việt & Vũ Ngọc Út (2014), “Đánh giá biến động chất lượng nước trong mô hình tôm sú-lúa luân canh ở huyện Tân Phú Đông, tỉnh Tiền Giang”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số chuyên đề Thủy sản, (số 2), 203-208.*
30. Cao Lê Quyên, Nguyễn Tiến Hưng, Phạm Khánh Chi, Đinh Xuân Lập, Nguyễn Thế Diễn, Vũ Văn Thùy, Phạm Thị Trang, & Nguyễn Thanh Tùng (2018), Nghiên cứu, đánh giá tác động của biến đổi khí hậu đến nuôi tôm nhằm đề xuất giải pháp cải tiến kỹ thuật và quản lý trong nuôi tôm, Báo cáo tư vấn dự án SUSV, OXFAM-ICAFIS, Hà Nội.
31. Nguyễn Thị Kim Quyên, Huỳnh Văn Hiền & Đặng Thị Phượng (2022), “Phân tích yếu tố kỹ thuật và hiệu quả tài chính các mô hình nuôi tôm quảng canh cải tiến kết hợp tại tỉnh Cà Mau, Việt Nam”, *Tạp chí khoa học Trường Đại học Trà Vinh, (số 48), trang 91-99.*
32. Võ Nam Sơn, Bành Văn Nhân, Lý Văn Khánh, Trần Ngọc Hải, & Nguyễn Thanh Phương (2018), “Đánh giá hiệu quả kỹ thuật và tài chính của mô hình nuôi tôm sú quảng canh cải tiến và tôm - lúa tại huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, (số 54-3B), trang 64 -176.*
33. Sở Nông Nghiệp và Phát Triển Nông Thôn Cà Mau (2021), Kế hoạch sản xuất lúa tôm năm 2021 trên địa bàn tỉnh Cà Mau.
34. Phù Vĩnh Thái, Trương Hoàng Minh, Trần Hoàng Tuấn & Trần Ngọc Hải (2015), “So sánh hiệu quả sản xuất giữa nuôi tôm sú và tôm thẻ chân trắng luân canh với lúa ở tỉnh Kiên Giang”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, (số 41B), trang 111-120.*
35. Đặng Ngọc Thanh, Thái Trần Bái, và Phạm Văn Miên (1980), “Định loại động vật không xương sống nước ngọt Bắc Việt Nam”, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
36. Nguyễn Công Thành (2014), “Nghiên cứu nâng cao năng suất và hiệu quả mô hình luân canh tôm-lúa vùng bán đảo Cà Mau”, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Bộ NN&PTNT.

37. Dương Đức Tiến & Võ Hành (1997), Phân loại tảo lục bộ *Chlorococcales*. NXB Nông nghiệp, 502 trang.
38. Nguyễn Thị Thanh Thủy, Mạc Như Bình, & Trần Nguyên Ngọc (2021), “Ảnh hưởng của môi trường dinh dưỡng và độ mặn đến sinh trưởng của vi tảo *Nannochloropsis oculata*”, *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, 130 (3A), 13-23.
39. Nguyễn Thùy Trang, Võ Hồng Tú, Huỳnh Việt Khải & Trần Minh Hải (2018), “Phân tích hiệu quả kinh tế mô hình lúa - tôm tại huyện An Biên, tỉnh Kiên Giang”, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (số 54-9D), trang 149-156.
40. Nguyễn Xuân Trịnh (2018). Nghiên cứu phân vùng sinh thái nuôi trồng thủy sản Đồng bằng sông Cửu Long trong điều kiện biến đổi khí hậu, Luận án Tiến sĩ, Viện Khoa học Khí Tượng Thủy Văn và Biến đổi khí hậu.
41. Tổng cục Thủy sản (2018), Kết quả quan trắc môi trường chất lượng nước phục vụ vùng nuôi tôm nước lợ tỉnh Cà Mau. Tổng cục Thủy sản, Nuôi trồng thủy sản, Quản lý môi trường. 9 trang.
42. Tổng cục Thủy sản (2019), Kết quả quan trắc môi trường tại các huyện trọng điểm nuôi tôm tỉnh Sóc Trăng trong tháng 5/2019. Tổng cục Thủy sản, Nuôi trồng thủy sản, Quản lý môi trường. 11 trang.
43. Tổng cục Thủy sản (2022), Đến năm 2030, thực hiện chuyển đổi một phần diện tích đất trồng lúa sang trồng lúa kết hợp nuôi trồng thủy sản. <https://tongcucthuysan.gov.vn/vi-vn/nu%C3%B4i-tr%E1%BB%93ng-th%E1%BB%A7y-s%E1%BA%A3n/doc-tin/017725/2022-08-02/den-nam-2030-thuc-hien-chuyen-doi-mot-phan-dien-tich->
44. Tổng cục Thủy sản (2022), Hiện trạng, định hướng phát triển bền vững mô hình tôm-lúa vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Diễn đàn Khuyến nông @ Nông nghiệp. Trung tâm Khuyến nông Quốc gia. Tháng 5/2022. Kiên Giang (pp. 5-13).
45. Đoàn Doãn Tuấn & Trần Việt Dũng (2019), “Giải pháp thúc đẩy liên kết sản xuất, tiêu thụ sản phẩm vùng chuyển đổi sản xuất lúa-tôm ven Biển Tây, Đồng

- bằng sông Cửu Long”, *Tạp chí Khoa học và công nghệ Thủy Lợi*, (số 56), trang 79-88.
46. Lê Anh Tuấn (2019), “Quản lý tài nguyên nước bền vững, ứng phó với biến đổi khí hậu ở Đồng bằng sông Cửu Long”, *Tạp chí Khoa học & Công nghệ Việt Nam*, (số 7), trang 13-15.
47. Phạm Anh Tuấn & Trịnh Quang Tú (2016). Báo cáo “Hiện trạng phát triển tôm-lúa vùng Đồng bằng sông Cửu Long” thuộc Dự án “Tăng cường năng lực cộng đồng thích ứng với biến đổi khí hậu vùng Đồng bằng sông Mekong (USAID Mekong ARCC).
48. Trần Ngọc Tùng (2019), Nâng cao hiệu quả sản xuất mô hình nuôi tôm nước lợ ven biển tỉnh Sóc Trăng, Luận án Tiến sĩ, Trường Đại học Cần Thơ.
49. Trịnh Quang Tú và ctv (2020), Báo cáo kỹ thuật Đánh giá hiệu quả kinh tế, xã hội, môi trường và thích ứng với biến đổi khí hậu của mô hình tôm-lúa. Dự án GRAISEA 2, OXFAM Vietnam, ICAFIS, MCD.
50. Nguyễn Thanh Tường (2013), Chọn giống lúa và kỹ thuật canh tác lúa cho mô hình lúa-tôm ở tỉnh Bạc Liêu. Luận án Tiến sĩ, Đại học Cần Thơ.
51. Ủy ban nhân dân tỉnh Cà Mau (2020), Kế hoạch sản xuất nông nghiệp hữu cơ giai đoạn 2020-2025 trên địa bàn tỉnh Cà Mau.
52. VASEP (2022), Tổng quan ngành thủy sản Việt Nam. <https://vasep.com.vn/gioi-thieu/tong-quan-nganh>
53. Dương Thị Thu Vấn (2014), Đánh giá hiện trạng và đề xuất giải pháp phát triển các mô hình nuôi cua biển chủ yếu ở vùng Đồng bằng Sông Cửu Long. Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ, Chuyên ngành Nuôi trồng Thủy sản, Khoa Thủy sản Trường Đại học Cần Thơ.
54. Phạm Thanh Vũ, Vương Tuấn Huy, Lê Quang Trí, & Phan Hoàng Vũ (2013), Sự thay đổi mô hình canh tác theo khả năng thích ứng của người dân tại các huyện ven biển tỉnh Sóc Trăng và Bạc Liêu, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, (số 26), trang 46-54.

55. Vũ Ngọc Út, Phạm Thị Tuyết Ngân, Huỳnh Trường Giang, Nguyễn Thị Kim Liên và Trần Văn Việt (2022), Quy trình kỹ thuật: Quan trắc và phát triển các dòng vi khuẩn có lợi cho quản lý chất lượng nước trong nuôi trồng thủy sản. NXB Khoa học kỹ thuật, 139 trang.
56. Đỗ Văn Xê (2010), “So sánh hiệu quả kinh tế của 2 mô hình canh tác nông nghiệp tại huyện Gò Quao, Kiên Giang”, *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, (số 13), trang 120-125.

TÀI LIỆU TIẾNG ANH

1. Alam, S. M. N. (2002). *Shrimp based farming systems in southeastern coastal zone in Bangladesh*. Asian Institute of Technology (AIT), Bangkok, Thailand. AIT Thesis no. AQ-02-20.
2. Arunrat, N., Kongsurakan, P., Sereenonchai, S., & Hatano, R. (2020). Soil Organic Carbon in Sandy Paddy Fields of Northeast Thailand: A Review. *Agronomy*, 10(8), 1061.
3. Aura, C. M., Raburu, P. O., & Herrmann, J. (2011). Macroinvertebrates' community structure in rivers Kipkaren and Sosiani, river Nzoia basin, Kenya. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 3(2), 39-46.
4. Azad, A. K., Jensen, K. R., & Lin, C. K. (2009). Coastal aquaculture development in Bangladesh to promote social-ecological resilience. *Reviews in Aquaculture*, 6, 20-35.
5. Bergleiter, S., Berner, N., Censkowsky, U., Julià-Camprodon, G. (2009). Organic aquaculture 2009: production and markets. *Naturland, Association for Organic Farming*.
6. Berzins, B., & Pejler, B. (1987). Rotifera occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia*, 182, 171-182.
7. BFFEA (2013). *BFFEA news letter*. Bangladesh Frozen Foods Exporters Association. (2), 6.

8. Bolaji D. A., Edokpayi C. A., Samuel O. B., Akinnigbagbe R. O. & Ajulo A. A. (2011). Morphological characteristics and salinity tolerance of *Melanoides tuberculata* (Müller, 1774). *World Journal of Biological Research*, 4(2), 1-11.
9. Boltovskoy, D. (1999). South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands, 1706 pp.
10. Bombeo-Tuburan, I., Guanzon Jr, N. G., & Schroeder, G. L. (1993). Production of *Penaeus monodon* (Fabricius) using four natural food types in an extensive system. *Aquaculture*, 112(1), 57-65.
11. Boyd C. E. & Tucker C. S. (1992). Water quality and Pond soil analyses for Aquaculture. Auburn University, Alabama. 1992.
12. Boyd, C. E. (1995). *Bottom Soils, Sediment, and Pond Aquaculture*. Chapman and Hall, New York.
13. Boyd, C. E. (1998). *Water quality for pond aquaculture*. Research and development series No.43. Auburn University, Alabama.
14. Boyd, C. E. (2004). Secchi disk visibility: Correct Measurement, Interpretation. *Global Aquaculture Advocate*. pp. 66-67.
15. Boyd, C. E. (2015). *Water quality: an introduction*. Springer Publisher.
16. Boyd, C. E., & Green, B. W. (2002). *Water quality monitoring in shrimp farming areas: an example from Honduras, Shrimp Farming and the Environment*. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment, Auburn, USA, 29 pages.
17. Boyd, C.E. (2001). Inland shrimp farming and the environment. *World aquaculture* 32(1): 10-12.
18. Brennan, D., Preston, N., Clayton, H., & Tran, T. B. (2002). *An evaluation of rice-shrimp farming systems in the Mekong Delta*. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF, and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Published by the Consortium.
19. Briggs, M. R. P., & Fvng-Smith, S. J. (1994). A nutrient budget of some

- intensive marine shrimp ponds in Thailand. *Aquaculture Research*, 25(8), 789-811.
20. Bunting, S. W., & Shpigel, M. (2009). Evaluating the economic potential of horizontally integrated land-based marine aquaculture. *Aquaculture*, 294, 43-51.
 21. Bunting, S. W., Kundu, N., & Ahemd, N. (2017). Evaluating the contribution of diversified shrimp-rice agroecosystems in Bangladesh and West Bengal, India to social-ecological resilience. *Ocean & Coastal Management*, 148, 63-74.
 22. Carew-Reid, J. (2008). Rapid assessment of the extent and impact of sea level rise in Vietnam. ICEM, Brisbane, 82.
 23. Carmelo, R. J., Hasle, G. R., Syvertsen, E. E., Steidinger, K. A., & Jangen, K. (1996). Identifying marine diatom and dinoflagellates. Academic Press, Inc. Harcourt Brace and Company. 598 pages.
 24. Chien, Y. H. (1992). Water quality requirements and management for maribe shrimp culture. In: J. Wyban (Ed.). *Proceedings of the special section on shrimp farming* (pp. 144-156). World Aquaculture Society, Baton Rouge, Los Angeles, USA.
 25. Chowdhury, M. A., Khairum, Y., Rahman, M. M., & Shivakoti, G. P. (2010). Production economics as an indicator for sustainable development of shrimp farming. *Asia- Pacific Journal of Rural Development*, 10, 79-98.
 26. Cremen, M. C. M., Martinez-Goss, M. R., Corre Jr. V. L. & Azanza, R. V. (2007). Phytoplankton bloom in commercial shrimp ponds using green-water technology. *Journal of Applied Phycology*, 19(6), 615-624.
 27. Dang, H. D. (2020). Sustainability of the rice-shrimp farming system in Mekong Delta, Vietnam: a climate adaptive model. *Journal of Economics and Development*, 22(1), 21-45.
 28. Dien, L. D., Faggotter, S. J., Chen, C., Sammut, J., & Burford, M. A. (2019). Factors driving low oxygen conditions in integrated rice-shrimp ponds.

- Aquaculture, 512, 734315.
29. Dien, L. D., Van Sang, N., Faggotter, S. J., Chen, C., Huang, J., Teasdale, P. R., ... & Burford, M. A. (2019). Seasonal nutrient cycling in integrated rice-shrimp ponds. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110647.
 30. Eckstein, D., Künzel, V., & Schäfer, L. (2017). Global climate risk index 2018. Germanwatch. <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/pdf/misiones/01.pdf>
 31. Faruque, G., Sarwer, R. H., Karim, M., Phillips, M., Collis, W. J., Belton, B., & Kassam, L. (2017). The evolution of aquatic agricultural systems in Southwest Bangladesh in response to salinity and other drivers of change. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15, 185-207.
 32. Fitzgerald, W. J. (2002). Silvofisheries: integrated mangrove forest aquaculture systems. *In: B.*
 33. FAO (2006). The State of World Fisheries and Aquaculture 2006. <https://www.aquafeed.com/newsroom/reports/fao-the-state-of-world-fisheries-and-aquaculture-2006/>
 34. FAO (2009). The State of World Fisheries and Aquaculture 2008. <https://www.fao.org/4/i0250e/i0250e.pdf>
 35. FAO (2018). The State of World Fisheries and Aquaculture. *Meeting the Sustainable Development Goals*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome Italy. <https://doi.org/10.5860/choice.50-5350>.
 36. FAO (2022). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. <https://www.fao.org/4/i0250e/i0250e.pdf>
 37. Gerhardt, A., Michelle, B. & Chris, L. M. (2011). Gammarus: Important Taxon in Freshwater and Marine Changing Environments. *International Journal of Zoology*. Article ID 524276. doi:10.1155/2011/524276.
 38. Golmarvi, D., Kapourchali, M. F., Moradi, A. M., Fatemi, M., & Nadoshan, R. M. (2017). Influence of Physico-Chemical Factors, Zooplankton Species Biodiversity and Seasonal Abundance in Anzali International Wetland, Iran. *Open Journal of Marine Science*, 7, 91-99.

39. Hoa T. T. T., Minh T. H & Phuong T. V. (2003). Preliminary observations of the effects of water exchange on water quality, sedimentation rates and the growth and yields of *Penaeus monodon* in the rice shrimp culture system. In: Preston, N., & Clayton H., (Eds.). *Rice-shrimp farming in the Mekong Delta: Biophysical and Socioeconomic Issues* (pp. 35-38). ACIAR Technical Reports No. 52e.
40. Hoff, H. & Snell T.W. (1999). Plankton culture manual. 2nd edition. Florida Aqua Farms, Florida.
41. Huang, B., Xiang, W., Zeng, X., Chiang, K.P., Tian, H., Hu, J., Lan, W. & Hong, H. (2011). Phytoplankton growth and microzooplankton grazing in a subtropical coastal upwelling system in the Taiwan Strait, *Continental Shelf Research*, 31, 48-56.
42. IFOAM (2008). A Definition of Organic Agriculture, <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic>
43. John Paull (2010). from France to the world: the International Federation of Organic Agriculture Movement (IFOAM). *Journal of Social Research & Policy*, No.2, December 2010. (1(2):93-102.
44. Kibenge, F. S. B. (2016). Chapter 1-Introduction to Aquaculture and Fisheries. *Aquaculture Virology*, 3-8.
45. Krishnani, K. K., Gupta, B. P. & Pillai, S. M. (2006). Water quality requirements for shrimp farming. In: *Training on Shrimp Farming* (pp. 21-27), Central Institute of Brackishwater Aquaculture. <http://ciba.res.in/Books/ciba0179.pdf>
46. Laghari, M. Y., Ghaffar, A., & Mubeen, M. (2022). Chapter 9 Climate Change a Great Threat to Fisheries. In W. N. Jatoi, M. Mubeen, A. Ahmad, M. A. Cheema, Z. Lin, & M. Z. Hashmi (Eds.), *Building Climate Resilience in Agriculture: Theory, Practice and Future Perspective* (pp. 131-144). Springer.
47. Lavens, P. & Sorgeloos P. (1996), Manual on the production and use of live food for aquaculture, FAO fisheries technical paper, 361, 11-12.

48. Lee, B. Y., Ng, N. K., Peter, K., & Ng. L. (2015). The taxonomy of five species of *Episesarma* De Man, 1895, in Singapore (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Sesarmidae). *Raffles Bulletin of Zoology Supplement*, 31, 199-215.
49. Lemonnier, H., Courties, C., Mugnier, C., Torreton J. P., & Herbland, A. (2010). Nutrient and microbial dynamics in eutrophying shrimp ponds affected or unaffected by vibriosis. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 402-411.
50. Li, F., Feng, J., Zhou, X., Xu, C., Jijakli, M. H., Zhang, W., & Fang, W. (2019). Impact of rice- fish/shrimp co-culture on the N₂O emission and NH₃ volatilization in intensive aquaculture ponds. *Science of the Total Environment*, 655, 284-291.
51. Minh, T. H., Jackson, C. J., Hoa, T. T. T., Ngoc, L. B., Preston, N., & Phuong, N. T. (2003). Growth and survival of *Penaeus monodon* in relation to the physical conditions in rice - shrimp ponds in the Mekong Delta. In: Preston N. & Clayton H. (Eds.). *Rice- shrimp farming in the Mekong Delta: Biophysical and Socioeconomic Issues* (pp. 27-34). ACIAR Technical Reports No. 52e.
52. Moretti, M.S. & M. Callisto (2005). Biomonitoring of benthic macroinvertebrates in the middle Dose river watershed. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(3), 267-281.
53. Motoh, H. (1981). *Studies on the fisheries biology of the gaint tiger prawn, Penaeus monodon in the Philipines*. Technical Report of Aquaculture Department Southeast Asian Fisheries Development Center 7. 128 pages.
54. Nam, N. D. G., Giao, N. T., Nguyen, M. N., Downes, N. K., Ngan, N. V. C., Anh, L. H. H., Trung, N. H. (2022). The Diversity of Phytoplankton in a Combined Rice-Shrimp Farming System in the Coastal Area of the Vietnamese Mekong Delta. *Water*, 14, 487.
55. Nair, C.M., Salin, K.R., Joseph, J. et al. *Organic rice-prawn farming yields 20 % higher revenues*. *Agron. Sustain. Dev.* 34, 569–581 (2014). <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0188-z>

56. Nelson, D.W., & Sommers, L.E. (1996) Total carbon, organic carbon, and organic matter. In Sparks, D.L., et al. (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 3*, SSSA Book Series, Madison, 961-1010.
57. Ng, P.K.L. & Davie, P.J.F., 2002. A checklist of the brachyuran crabs of Phuket and western Thailand. *Phuket Marine Biological Center Special Publication*, 23(2), 369-384.
58. Nhan, D. K., Trung, N. H., & Van Sanh, N. (2011). The impact of weather variability on rice and aquaculture production in the Mekong Delta. In M. A. Stewart, & P. A. Coclanis (Eds.), *Environmental Change and Agricultural Sustainability in the Mekong Delta* (pp. 437-451): Springer.
59. Nollert, L. M. L. (2000). *Handbook of water analysis, 1st Ed.* CRC Press, New York.
60. Park, G. S., & Marshall, H. G. (2000). Estuarine relationships between zooplankton community structure and trophic gradients. *Journal of Plankton Research*, 22(1), 121-136.
61. Paul, B.G and Christian, R.V. (2012). Key Performance Characteristics of Organic Shrimp Aquaculture in Southwest Bangladesh. *Sustainability* 4(5):995-1012.
62. Phan, D. D., Khoi, N. V., Nga, L. T, N., Thanh, D. N., & Hai, H. T. (2015). Identification Handbook of Freshwater Zooplankton of the Mekong River and its Tributaries. Mekong River Commission, Vientiane.
63. Rahman, A., Ali, L., & Mallick, D. (2006) An overview and perspectives of the Bangladesh shrimp industry. In: A. A. Rahman, A. H. G. Quddus, B. Pokrant, & Md. L. Ali (Eds.), *Shrimp farming and industry: sustainability, trade and livelihoods* (pp. 207-234). *The University Press Limited, Dhaka*.
64. Rahman, M A Wahab¹, M Nahiduzzaman¹, A B M M Haque¹ and P Cohen (2020). *Hilsa fishery management in Bangladesh*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 414 012018. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/414/1/012018/pdf>

65. Ravichandran, P., & Jajanthi, M. (2006). Site selection, designing and construction of shrimp farms. In K. Gopinathan (Ed.), *Culture of Brackishwater Finfish and Shellfish- I* (pp. 19-28). Indira Gandhi National Open University.
66. Sahu, G., Satpathy, K. K., Mohanty, A. K., & Sarkar, S. K. (2012). Variations in community structure of phytoplankton in relation to physicochemical properties of coastal waters, southeast coast of India.
67. Sangradub, N. & Boonsoong, B. (2006). *Identification of Freshwater Invertebrates of the Mekong River and its tributaries Vietiane*: Mekong River Commission.
68. Shirota A. (1966). The plankton of South Vietnam-Freshwater and marine plankton. Oversea Technical Cooperation Agency, Japan.
69. Smith MD, Roheim CA, Crowder LB, Halpern BS, Turnipseed M, Anderson JL, Asche F, Bourillón L, Guttormsen AG, Khan A, Liguori LA, McNevin A, O'Connor MI, Squires D, Tyedmers P, Brownstein C, Carden K, Klinger DH, Sagarin R, Selkoe KA. Economics. *Sustainability and global seafood*. Science. 2010 Feb 12;327(5967):784-6. doi: 10.1126/science.1185345. PMID: 20150469
70. Tacon, A. G. J., & Brister, D. J. (2002). Organic aquaculture: Current status and future prospects. *Organic agriculture, environment and food security*, 163-176.
71. Thanh, N. M., Ha, T. T. T., & Chuong, N. T. (2019). Integrated aquaculture adaptation to climate change: case of shrimp-rice rotation farming system in kien giang province. *Journal of Forestry Science and Technology*, 8, 186-194.
72. Truong, Q. P., Phan, T. C., Vu, H. H., Pham, T. T., Huynh, T. G., & Vu, N. U. (2021). Isolation of potential probiotic *Bacillus subtilis* CM3. 1 and its effects on the water quality and growth performance of the whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 14(6), 3347-3357.

73. Tsutsui, I., Aue-umneoy, D., Pinphoo, P., Thuamsuwan, W., Janeauksorn, K., Meethong, G., et al. (2020). Use of a filamentous green alga (*Chaetomorpha* sp.) and microsnail (*Stenothyra* sp.) as feed at an early stage of intensive aquaculture promotes growth performance, artificial feed efficiency, and profitability of giant tiger prawn (*Penaeus monodon*). PLoS ONE 15(12): e0244607.
74. USAID (2016). Development of Rice-Shrimp Farming in Mekong River Delta, Vietnam. USAID Mekong ARCC, AMDI.
75. Van-Wyk, P. & Scapa, J. (1999). Water quality requirements and management (Chapter 8). In: Van-Wyk, P., Davis-Hodgkins, M., Laramore, R., Main, K. L., Mountain, J. & Scapa, J. (Eds.), *Farming marine shrimp in recirculating freshwater systems* (pp. 141-162). Harbor Branch Oceanographic Institution. Florida USA.
76. VIFEP (2015). Planning for brackish water shrimp farming in the Mekong Delta 2016-2020 with a vision to 2030. Report from the conference ‘Solutions to improve efficiency and develop rice-shrimp farming in the Mekong Delta’: Kien Giang, September 23, 2015.
77. Willer, H., Tranvnicsek, J., Meier, C., Schlatter, B. (2021). The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2021. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick.
78. Xia, L. Z., Yang, L. Z., & Yan, M. C. (2004). Nitrogen and phosphorus cycling in shrimp ponds and the measures for sustainable management. *Environmental Geochemistry and Health*, 26(2), 245-251.

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Phiếu phỏng vấn nông hộ nuôi mô hình tôm - lúa luân canh

1. THÔNG TIN TỔNG QUÁT

- 1.1. Họ và tên nông hộ:.....; Điện thoại:.....
- 1.2. Ấp:.....Xã:..... Huyện:.....
- 1.3. Vị trí:
- 1.4. Số thành viên trong gia đình: Người
- 1.5. Giới tính: Nam: Người; Nữ: Người
- 1.6. Độ tuổi: ≤ 18: Người; 18 - 60: Người; > 60: Người
- 1.7. Công việc: Đi học: ...Người; Đi làm:gười; Lao động trực tiếp SX: ...Người
- 1.8. Kinh nghiệm nuôi tôm hay thực hiện mô hình:.....năm.
- 1.9. Trình độ kỹ thuật:.....
- 1.10. Số lao động trực tiếp cho mô hình (Kể cả thuê mướng):gười
- 1.11. Nguồn cung cấp thông tin kỹ thuật thường xuyên:.....
1-Nông dân khác; 2- Truyền thông; 3- Tập huấn; 4- Tài liệu khuyến nông - khuyến ngư; 5-Phòng Nông nghiệp/kinh tế; 6-Các tổ chức đoàn thể (HTX; Hội ND) (7) khác (nêu rõ)
- 1.12. Đất đã được sử dụng cho những mục đích gì trước khi nuôi tôm:.....
- 1) Đất / đất rừng
 - 2) Cây lâu năm
 - 3) Ruộng lúa
 - 4) Ao tôm
- 1.13. Số vụ nuôi/trồng lúa trong năm:.....
- Nuôi tôm từ tháng..... đến tháng.....
- Trồng lúa từ tháng..... đến tháng.....

2. THÔNG TIN KỸ THUẬT

- 2.1. Tổng diện tích ao:.....ha hoặc.....m².
- 2.2. Ao lắng (nếu có):.....ha hoặc.....m².
- 2.4. Độ sâu mức nước của mương bao:.....m.
- 2.5. Độ sâu mực nước mặt ruộng:.....m.
- 2.7. Tỷ lệ mương bao:%
- 2.8. Phương pháp chuẩn bị ao:
- Số ngày phơi khô ao:..... ngày.
 - Các phương pháp lấy nước vào ao
:.....
 - Độ mặn trung bình:.....
 - pH:.....
 - Độ kiềm:.....
 - Các PP xử lý nước:.....
- 2.9. Thông tin kỹ thuật của ao nuôi:

- Thời gian bắt đầu cải tạo ao:tháng.....đến.....(.....ngày).
 - Thời gian thả sau khi cải tạo ao:.....ngày.
 - Màu nước khi thả giống (tôm):.....
 - Loại giống (Post/ tôm lúa):.....; kích cỡ:.....
 - Giá con giống trung bình:.....VNĐ.
 - Số đợt thả giống/vụ nuôi:.....; khoảng thời gian thả sau:.....ngày.
 - Mật độ thả giống: con/m² hoặccon/ha.
 - Thời gian thu hoạch trung bình sau khi thả giống:.....ngày.
 - Kích cỡ tôm thu hoạch:.....con/kg (nhỏ nhất...../lớn nhất.....)
 - Phương thức thu hoạch (thu tĩa hay thu toàn bộ):.....
 - Giá bán trung bình:.....VNĐ/kg.....
 - Tổng mức thu nhập:..... triệu đồng/đợt,..... triệu đồng/vụ.
- 2.10.** Nguồn nước lấy vào từ đâu (sông, kênh/cấp máy?):.....
- 2.11.** Nguồn nước lấy vào có nguồn gốc từ sông lớn nào, hướng nước nào (Kiên Giang, Gành Hào, Phó Sinh, hay khác (ghi rõ):.....
- 2.12.** Có nuôi kết hợp với các loài khác hay không?..... nếu có là:.....
- Mật độ thả nuôi:..... con/vụ;.....con/m².
 - Thời điểm thả giống:.....ngày.
 - Kích cỡ giống:.....
 - Giá con giống:VNĐ.
 - Mật độ thả giống:con/m² hoặccon/ha.
 - Thời gian thu hoạch trung bình sau khi thả giống:.....ngày.
 - Kích cỡ thu hoạch:.....con/kg.
 - Giá bán:.....VNĐ/kg.
 - Phương thức thu hoạch (thu tĩa hay thu toàn bộ):.....
 - Giá bán trung bình:.....VNĐ/kg.....
 - Tổng mức thu nhập:..... triệu đồng/đợt,..... triệu đồng/vụ.
- 2.13.** Độ mặn trung bình:.....‰ và thấp nhất‰ vào tháng; và cao nhất là..... ‰ vào tháng
- 2.14.** Thời gian thay nước (bơm nước bổ sung/ chu kỳ):.....
- Lượng nước bổ sung:.....%
- 2.15.** Các loại hóa chất dùng để xử lý nước ao nuôi:

| STT | Tên hóa chất | Thời điểm sử dụng | Liều lượng (g/ha) |
|-----|-----------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Vôi CaCO ₃ | | |
| 2 | Vôi đá (CaO) | | |
| 3 | Hóa chất diệt rong | | |
| 4 | Hóa chất diệt cá tạp | | |
| 5 | | | |

2.16. Các loại hóa chất dùng để sản xuất lúa:

| STT | Tên hóa chất | Thời điểm sử dụng | Liều lượng (g/ha) |
|-----|--------------|-------------------|-------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

2.17. Phương pháp chọn giống:

- Cảm quan như là:.....
- Phương pháp PCR các loại bệnh:.....
- Các phương pháp khác (nếu có):.....

2.18. Nguồn gốc con giống:

- Miền Trung:.....
- Tại địa phương:.....
- Không rõ nguồn gốc:.....

2.19. Các phương pháp quản lý chất lượng nước:

| Các vấn đề về chất lượng nước | Ngày sau khi thả giống | Nguyên nhân chính | Tên của các hóa chất được sử dụng | Liều lượng (g/ha) | Kết quả |
|-------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|---------|
| | | | | | |
| | | | | | |

2.20. Các kết quả kiểm tra của nước (nếu có)

| Các chỉ tiêu | Tháng thứ nhất | Tháng thứ hai | Tháng thứ ba | Tháng thứ tư |
|------------------|----------------|---------------|--------------|--------------|
| Độ mặn (‰) | | | | |
| Độ kiềm | | | | |
| pH | | | | |
| Nhiệt độ | | | | |
| NH ₃ | | | | |
| NO ₂ | | | | |
| H ₂ S | | | | |

2.21. Các loại bệnh thường xuất hiện trên tôm nuôi và phương pháp phòng trị bệnh (nếu có)

| Loại bệnh | Ngày sau khi thả giống | Nguyên nhân chính | Tên của các loại hóa chất được sử dụng | Số lượng | Kết quả |
|-----------|------------------------|-------------------|--|----------|---------|
| | | | | | |

2.22. Các loại bệnh thường xuất hiện lúa và phương pháp phòng trị bệnh (nếu có)

| Loại bệnh | Ngày sau khi sạ giống | Nguyên nhân chính | Tên của các loại hóa chất được sử dụng | Số lượng | Kết quả |
|-----------|-----------------------|-------------------|--|----------|---------|
| | | | | | |
| | | | | | |

2.23. Phương pháp thu hoạch và bán sản phẩm:

| | Tháng | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Số giống thả | | | | | | | | | | | | | |
| Thu hoạch (kg) | | | | | | | | | | | | | |
| Cỏ tôm (con/kg) | | | | | | | | | | | | | |
| Giá bán | | | | | | | | | | | | | |

2.24. Phương thức mua bán (lái tôm/vừa/khác):.....

2.25. Nếu nông dân chủ động trong chọn vị trí thả nuôi, thì các chỉ tiêu nào là quan trọng nhằm nâng cao năng suất tôm nuôi? (ít nhất là 5 chỉ tiêu và sắp theo thứ tự giảm dần tính quan trọng)

- (1).....
- (2).....
- (3).....
- (4).....

3. THÔNG TIN VỀ KINH TẾ

3.1. Thông tin chung

- Quỹ đất: tự có....., thuê.....
- Nguồn vốn: tự có....., vay....., lãi suất

3.2. Chi phí biến đổi (Nuôi tôm)

| Hạng mục | Đơn vị | Giá cả | Số lượng | Ghi chú |
|----------|--------|--------|----------|---------|
| Sên, vét | | | | |
| Giống | | | | |
| Thức ăn | | | | |
| Thuế đất | | | | |
| Vôi | | | | |
| Phân bón | | | | |

| | | | | |
|------------|--|--|--|--|
| Hóa chất | | | | |
| Nhiên liệu | | | | |
| Nhân công | | | | |
| Khác | | | | |

Nguồn đầu tư:% vốn tự có;% vốn vay;% lãi

3.3. Chi phí biến đổi (Sản xuất lúa)

| Hạng mục | Đơn vị | Giá cả | Số lượng | Ghi chú |
|---------------|--------|--------|----------|---------|
| Cải tạo ruộng | | | | |
| Giống | | | | |
| Phân bón | | | | |
| Thuế đất | | | | |
| Hoá chất | | | | |
| Nhiên liệu | | | | |
| Nhân công | | | | |
| Khác | | | | |

Nguồn đầu tư:% vốn tự có;% vốn vay;% lãi

4. CÁC THUẬN LỢI VÀ KHÓ KHĂN

4.1. (Liệt kê 5 chỉ tiêu quan trọng và sắp xếp theo tính quan trọng giảm dần):

- Đối với nuôi tôm:

- Đối với sản xuất lúa:

| Thuận lợi | Khó khăn |
|-----------------|-----------------|
| Kỹ thuật Giống: | Kỹ thuật Giống: |
| 1..... | 1..... |
| 2..... | 2..... |
| 3..... | 3..... |
| Nước cung cấp: | Nước cung cấp: |
| 1..... | 1..... |
| 2..... | 2..... |

| | |
|-------------------|-------------------|
| 3..... | 3..... |
| Bệnh trên lúa: | Bệnh trên lúa: |
| 1. | 1. |
| 2..... | 2..... |
| 3..... | 3..... |
| Vị trí sản xuất: | Vị trí sản xuất: |
| 1. | 1. |
| 2..... | 2..... |
| 5..... | 5..... |
| Quản lý chăm sóc: | Quản lý chăm sóc: |
| 1. | 1. |
| 2..... | 2..... |
| 3..... | 3..... |

4.2. Tổng thu nhập từ mô hình nuôi tôm lúa từ trong 5 năm trở lại đây:

| Năm | Nuôi tôm (triệu đồng) | Trồng lúa (triệu đồng) |
|-----------------|-----------------------|------------------------|
| 2017 (ước tính) | | |
| 2018 | | |
| 2019 | | |
| 2020 | | |
| 2021 | | |
| 2022 | | |

4.3. Năng suất tôm nuôi từ khi thực hiện mô hình nuôi đến nay tăng hay giảm tại sao?

.....
.....

4.4. Năng suất lúa từ khi thực hiện mô hình đến nay tăng hay giảm tại sao?

.....
.....

5. HỖ TRỢ KỸ THUẬT

5.1. Tập huấn và hướng dẫn kỹ thuật:..... CB:.....

5.2. Kiểm tra bệnh tôm:.....

5.3. Kiểm tra môi trường nước:.....

5.4. Khác:.....

6. ĐỀ NGHỊ CỦA NÔNG HỘ

.....
.....

Xin cảm ơn anh (chị) đã cung cấp những thông tin trên!

Ngày tháng năm 202...

CHỦ HỘ

NGƯỜI ĐIỀU TRA

Phụ lục 2: Danh sách 152 hộ tham gia khảo sát mô hình tôm-lúa tại Cà Mau

| TT | HỌ VÀ TÊN | ĐỊA CHỈ | ĐT |
|-----------|-------------------|---|-----------|
| 1 | Trần Văn Sĩ | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 2 | Võ Minh Quân | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 3 | Nguyễn Phú Tân | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 4 | Nguyễn Phương Tâm | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 5 | Nguyễn Minh Liệt | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 6 | Trịnh Hoàng Cung | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 7 | Vũ Minh Hiếu | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 8 | Trần Văn Bình | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 9 | Phan Vũ Thành | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 10 | Ngô Văn Thảo | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 11 | Trần Văn Thức | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 12 | Trần Phương Lợi | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 13 | Trương Văn Hôn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 14 | Trần Quốc Toàn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 15 | Trần Minh Đức | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 16 | Nguyễn Mười Một | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 17 | Nguyễn Ruột Anh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 18 | Đinh Thị Diễm | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 19 | Vũ Văn Trí | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 20 | Phạm Thị Nhiên | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 21 | Trần Quốc Khi | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 22 | Trần Văn Khánh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 23 | Trương Hoàng Lộc | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 24 | Nguyễn Thị Lành | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 25 | Phạm Minh Hải | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 26 | Đặng Văn Kiên | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 27 | Trần Thanh Dân | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 28 | Trần Thị Ái | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 29 | Lưu Văn Huyện | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 30 | Trần Văn Sang | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 31 | Lê Văn Ngoánh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 32 | Vũ Văn Anh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 33 | Nguyễn Văn Lưu | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 34 | Đinh Thị Thắm | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 35 | Lê Hồng Tươi | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 36 | Trần Văn Khiết | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |
| 37 | Lê Minh Dũng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thới Bình | |

| | | | |
|----|--------------------|---|--|
| 38 | Trần Thanh Kiệt | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 39 | Lê Hoàng Phong | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 40 | Trần Văn Thuận | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 41 | Lưu Bé Ba | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 42 | Lưu Văn Lang | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 43 | Lê Văn Hùng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 44 | Lưu Trường Giang | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 45 | Trần Văn Vũ | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 46 | Võ Văn Khánh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 47 | Đào Quốc Khanh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 48 | Đào Công Bảy | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 49 | Huỳnh Quốc Việt | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 50 | Nguyễn Hoàng Ôn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 51 | Phùng Văn Phúc | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 52 | Trần Trọng Nguyễn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 53 | Phạm Thị Bé | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 54 | Võ Thanh Tùng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 55 | Trần Văn Hoàng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 56 | Hồ Văn Vẹn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 57 | Võ Văn Hoài Linh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 58 | Võ Hoài Thương | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 59 | Trần Văn Hậu | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 60 | Lê Cà Lợi | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 61 | Trương Thanh Khiết | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 62 | Trương Văn Khải | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 63 | Nguyễn Thanh Sơn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 64 | Hồ Minh Sơn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 65 | Nguyễn Minh Phương | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 66 | Phạm Văn Chiến | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 67 | Nguyễn Đông Hà | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 68 | Nguyễn Văn Oanh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 69 | Nguyễn Văn Sáu | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 70 | Đình Xuân Trình | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 71 | Nguyễn Văn Lâm | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 72 | Dương Thanh Mộng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 73 | Lê Văn Mười | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 74 | Nguyễn Văn Sinh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 75 | Lê Văn Dũng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 76 | Lê Văn Danh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 77 | Huỳnh Văn Sơn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |

| | | | |
|-----|-------------------|--|--|
| 78 | Hà Xuân Trường | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 79 | Trương Văn Vũ | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 80 | Trịnh Thị Duyên | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 81 | Phạm Văn Ưa | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 82 | Phạm Thị Nhung | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 83 | Đỗ Văn Tuấn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 84 | Nguyễn Văn Hường | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 85 | Nguyễn Văn Tính | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 86 | Nguyễn Văn Lem | Kinh 1, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 87 | Nguyễn Văn Vinh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 88 | Lê Văn Ứng | Kinh 1, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 89 | Nguyễn Văn Tươi | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 90 | Lê Văn Chinh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 91 | Lê Văn Đước | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 92 | Trần Thái Bình | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 93 | Đặng Đông Hà | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 94 | Đặng Đông Phương | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 95 | Nguyễn Văn Sản | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 96 | Trần Văn Hùng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 97 | Hà Thị Thu | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 98 | Nguyễn Thành Điền | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 99 | Huỳnh Hồng Phượng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 100 | Nguyễn Văn Vũ | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 101 | Võ Hoàng Linh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 102 | Ngô Đình Thủy | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 103 | Trần Thanh Kiếm | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 104 | Lê Văn Dũng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 105 | Tăng Văn Miên | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 106 | Lê Văn Khoe | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 107 | Lê Văn Non | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 108 | Nguyễn Minh Tân | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 109 | Trần Văn Mười | ấp Nguyễn Tông, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 110 | Trần Văn Hòn | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 111 | Nguyễn Văn Nguyên | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 112 | Trần Quốc Khải | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 113 | Nguyễn Thị Hoa | ấp Nguyễn Tông, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 114 | Lê Hoàng Anh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 115 | Nguyễn Văn Tiến | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 116 | Đặng Văn Thêm | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 117 | Nguyễn Văn Chiến | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |

| | | | |
|-----|--------------------|--|--|
| 118 | Nguyễn Văn Đẩu | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 119 | Lưu Thị Tím | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 120 | Trương Tấn Duy | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 121 | Lưu Văn Bằng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 122 | Trương Văn Nhiều | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 123 | Nguyễn Tuấn Danh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 124 | Nguyễn Phương Thảo | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 125 | Nguyễn Vũ Anh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 126 | Hà Minh Sông | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 127 | Nguyễn Đình Lê | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 128 | Lê Thị Yên Ngọc | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 129 | Lê Công Danh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 130 | Hàn Hữu Phước | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 131 | Nguyễn Văn Trương | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 132 | Huỳnh Văn Na | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 133 | Nguyễn Văn Hoàng | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 134 | Nguyễn Ngọc Quý | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 135 | Lê Văn Hạ | Kinh 1 xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 136 | Nguyễn Hồng Âu | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 137 | Trịnh Văn Thương | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 138 | Nguyễn Văn Lịnh | ấp Nguyễn Tông, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 139 | Huỳnh Thị Cẩm | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 140 | Lê Văn Sang | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 141 | Châu Ngọc Sum | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 142 | Lê Văn Út | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 143 | Đỗ Trung Hạt | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 144 | Trương Văn Vinh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 145 | Nguyễn Hữu Phước | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 146 | Vũ Văn Linh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 147 | Nguyễn Vũ Linh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 148 | Phạm Văn Tâm | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 149 | Nguyễn Văn Bích | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 150 | Trần Thị Trang | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 151 | Trần Văn Sẻ | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |
| 152 | Lê Văn Tĩnh | ấp 6 La Cua, xã Biền Bạch Đông, huyện Thời Bình | |

Ghi chú: do yêu cầu về bảo mật thông tin cá nhân, các số điện thoại đã được xóa

Phụ lục 3. Danh sách 12 hộ thực nghiệm qui trình cải tiến kỹ thuật tằm-lúa

Địa chỉ: ấp 6 La Cua, xã Biên Bạch Đông, huyện Thới Bình, tỉnh Cà Mau

| STT | Họ và Tên | Vĩ độ Bắc (N) | Kinh độ Đông (E) | Diện tích (ha) | Diện tích mặt nước (ha) | Nhóm thực nghiệm |
|-----|-------------------|---------------|------------------|----------------|-------------------------|------------------|
| 1 | Nguyễn Thành Điền | 9°28'35.8" | 105°07'31.5" | 2 | 1.5 | Nhóm 1 |
| 2 | Huỳnh Quốc Việt | 9°28'11.0" | 105°07'35.1" | 2 | 1.7 | Nhóm 1 |
| 3 | Nguyễn Vũ Linh | 9°27'57.7" | 105°07'20.1" | 3 | 2.7 | Nhóm 1 |
| 4 | Nguyễn Hải Âu | 9°27'46.5" | 105°07'08.6" | 2 | 1.8 | Nhóm 1 |
| 5 | Hà Xuân Trường | 9°27'40.6" | 105°07'04.4" | 2 | 1.8 | Nhóm 2 |
| 6 | Lưu Trường Giang | 9°27'04.9" | 105°06'27.7" | 2 | 1.8 | Nhóm 2 |
| 7 | Lê Văn Chinh | 9°26'37.1" | 105°06'00.6" | 2 | 1.8 | Nhóm 2 |
| 8 | Trần Thái Bình | 9°26'56.0" | 105°05'43.6" | 2 | 1.8 | Nhóm 2 |
| 9 | Trịnh Hoàng Cung | 9°27'06.0" | 105°05'44.3" | 2 | 1.8 | Nhóm 3 |
| 10 | Lê Văn Đước | 9°27'19.16" | 105°06'7.52" | 2 | 1.8 | Nhóm 3 |
| 11 | Vũ Văn Trí | 9°27'27.9" | 105°06'17.3" | 2 | 1.7 | Nhóm 3 |
| 12 | Lê Văn Hạ | 9°27'41.2" | 105°06'18.1" | 2 | 1.8 | Nhóm 3 |
| | TỔNG | | | 25 | 22 | |

Phụ lục 4. 1 Kết quả đo môi trường 12 hộ thực nghiệm năm 2022

| Nhóm | Tên hộ thí điểm | Oxy hòa tan (mg/L) | | Nhiệt độ (oC) | | pH | | Độ trong (cm) | Độ mặn (%) | Độ kiềm (mg/L) | NH3/NH4 + (mg/L) | NO2 (mg/L) |
|------|-------------------|--------------------|----------|---------------|-----------|----------|----------|---------------|------------|----------------|------------------|------------|
| | | Sáng | Chiều | Sáng | Chiều | Sáng | Chiều | | | | | |
| 1 | Nguyễn Thanh Điền | 4.0±0.16 | 4.4±0.16 | 27.7±0.55 | 31.4±1.83 | 7.8±0.17 | 8.0±0.16 | 23.4±3.56 | 14.0±5.7 | 137.3±15.9 | 0.34±0.31 | 0.39±0.21 |
| | Huỳnh Quốc Việt | 4.1±0.12 | 4.4±0.14 | 27.7±0.55 | 31.4±1.83 | 7.8±0.17 | 8.0±0.16 | 21.8±4.07 | 23.3±8.13 | 132.2±16.9 | 0.42±0.3 | 0.44±0.35 |
| | Nguyễn Vũ Linh | 3.8±0.52 | 4.4±0.18 | 28.2±0.55 | 32.4±1.83 | 7.7±0.18 | 8.0±0.17 | 21.4±3.15 | 24.9±7.6 | 139.0±10.7 | 0.28±0.2 | 0.45±0.27 |
| | Nguyễn Hải Âu | 4.0±0.14 | 4.4±0.18 | 28.2±0.55 | 32.4±1.83 | 7.7±0.18 | 8.0±0.17 | 21.4±3.15 | 24.4±7.91 | 139.0±10.7 | 0.03±0.02 | 0.44±0.27 |
| 2 | Hà Xuân Trường | 4.4±0.18 | 4.5±0.18 | 27.7±0.55 | 32.4±1.83 | 7.5±0.41 | 8.0±0.41 | 23.8±3.41 | 22.6±7.42 | 126.1±10.1 | 0.34±0.32 | 0.24±0.26 |
| | Lưu Trường Giang | 4.0±0.21 | 4.2±0.22 | 27.9±0.55 | 30.9±0.55 | 7.6±0.41 | 7.9±0.41 | 25.6±2.86 | 22.5±7.19 | 124.9±12 | 0.34±0.32 | 0.24±0.26 |
| | Lê Văn Chinh | 4.3±0.21 | 4.3±0.26 | 28.4±0.6 | 30.0±0.7 | 7.5±0.45 | 7.7±0.39 | 26.4±4.48 | 22.7±7.13 | 124.1±12 | 0.34±0.32 | 0.24±0.26 |
| | Trần Thái Bình | 4.1±0.23 | 4.3±0.28 | 28.4±0.55 | 29.4±0.6 | 7.4±0.44 | 7.8±0.42 | 27.1±4.17 | 22.7±7.35 | 124.1±19.7 | 0.29±0.29 | 0.26±0.24 |
| 3 | Trịnh Hoàng Cung | 4.4±0.18 | 4.6±0.18 | 28.7±0.55 | 30.1±0.55 | 7.4±0.43 | 7.7±0.46 | 27.4±4.51 | 24.3±8.8 | 128.2±17 | 0.17±0.27 | 0.17±0.26 |
| | Lê Văn Đước | 4.1±0.17 | 4.3±0.16 | 28.5±0.44 | 30.0±0.44 | 7.3±0.44 | 7.8±0.44 | 27.4±4.6 | 24.2±8.73 | 139.0±19.9 | 0.21±0.27 | 0.08±0.17 |
| | Vũ Văn Trí | 4.4±0.19 | 4.3±0.24 | 28.7±0.44 | 29.6±0.45 | 7.3±0.39 | 7.7±0.43 | 27.9±4.33 | 24.4±8.58 | 124.5±10.3 | 0.29±0.29 | 0.17±0.26 |
| | Vũ Văn Hạ | 4.3±0.15 | 4.9±0.15 | 28.5±0.44 | 30.4±0.72 | 7.3±0.39 | 7.6±0.39 | 21.5±1.49 | 24.3±8.8 | 131.1±14.5 | 0.12±0.21 | 0.12±0.17 |




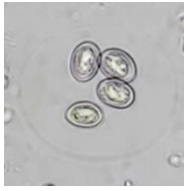


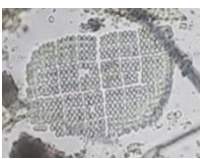
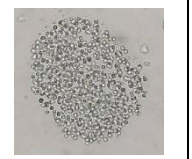




Ghi chú: Các chỉ tiêu môi trường được đo được tổng hợp từ tháng 1 đến tháng 8 năm 2022, tần suất đo 5 ngày/lần/chỉ tiêu.









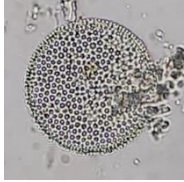


Phụ lục 4. 2 Kết quả đo môi trường 12 hộ thực nghiệm năm 2023



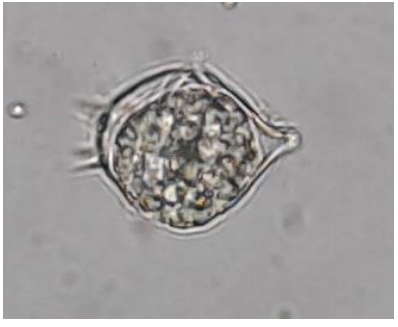
| Nhóm | Tên hộ thí điểm | Oxy hòa tan (mg/L) | | Nhiệt độ (oC) | | pH | | Độ trong (cm) | Độ mặn (%) | Độ kiềm (mg/L) | NH3/NH4+ (mg/L) | NO2 (mg/L) |
|------|-------------------|--------------------|----------|---------------|-----------|----------|----------|---------------|------------|----------------|-----------------|------------|
| | | Sáng | Chiều | Sáng | Chiều | Sáng | Chiều | | | | | |
| 1 | Nguyễn Thanh Điền | 4.0±0.0 | 5.3±0.8 | 27.9±1.4 | 29.4±1.0 | 7.7±0.4 | 7.7±0.5 | 25.1±4.2 | 16.7±5.4 | 124.2±3.8 | 0.54±0.14 | 0.25±0.11 |
| | Huỳnh Quốc Việt | 4.0±0.0 | 5.2±0.5 | 28.4±1.0 | 29.4±1.1 | 7.7±0.4 | 7.7±0.4 | 24.2±4.0 | 17.7±8.0 | 130.3±20.3 | 0.22±0.12 | 0.30±0.00 |
| | Nguyễn Vũ Linh | 4.0±0.15 | 5.2±0.73 | 28.3±1.16 | 29.2±1.35 | 7.8±0.28 | 7.7±0.30 | 24.6±4.10 | 16.5±5.17 | 138.6±7.8 | 0.39±0.19 | 0.29±0.17 |
| | Nguyễn Hải Âu | 4.0±0.0 | 5.3±0.73 | 28.4±1.19 | 29.2±1.06 | 7.8±0.29 | 7.8±0.44 | 24.9±3.92 | 15.9±6.04 | 152.2±16.1 | 0.50±0.00 | 0.30±0.00 |
| 2 | Hà Xuân Trường | 4.0±0.21 | 4.2±0.21 | 27.7±0.54 | 28.9±0.56 | 7.6±0.37 | 7.9±0.27 | 25.6±2.80 | 15.2±6.23 | 128.0±10.6 | 0.06±0.16 | 0.12±0.16 |
| | Lưu Trường Giang | 4.0±0.21 | 4.1±0.33 | 27.9±0.86 | 28.7±0.86 | 7.7±0.34 | 7.7±0.31 | 23.3±3.15 | 16.2±5.98 | 140.6±7.3 | 0.09±0.14 | 0.10±0.14 |
| | Lê Văn Chinh | 4.1±0.25 | 4.1±0.34 | 28.1±0.61 | 28.7±0.88 | 7.7±0.24 | 7.7±0.31 | 25.5±3.61 | 15.7±6.02 | 151.8±15.6 | 0.11±0.16 | 0.19±0.15 |
| | Trần Thái Bình | 3.9±0.24 | 4.1±0.27 | 29.2±0.88 | 29.7±0.88 | 7.6±0.29 | 7.7±0.36 | 21.7±3.30 | 16.4±5.90 | 136.2±12.3 | 0.14±0.25 | 0.12±0.16 |
| 3 | Trịnh Hoàng Cung | 4.1±0.17 | 4.6±0.18 | 28.3±0.54 | 29.7±0.53 | 7.5±0.41 | 7.9±0.34 | 23.6±3.43 | 16.8±7.10 | 125.6±11.6 | 0.12±0.22 | 0.11±0.18 |
| | Lê Văn Đước | 4.0±0.0 | 4.5±0.20 | 28.6±0.66 | 28.9±0.95 | 7.7±0.26 | 7.8±0.24 | 26.6±4.09 | 17.2±7.73 | 156.6±11.6 | 0.08±0.18 | 0.08±0.12 |
| | Vũ Văn Trí | 4.0±0.08 | 4.6±0.14 | 28.2±1.02 | 28.9±0.96 | 7.6±0.26 | 7.8±0.24 | 24.5±4.01 | 16.9±7.36 | 137.2±22.2 | 0.13±0.20 | 0.04±0.08 |
| | Vũ Văn Hạ | 4.0±0.0 | 4.6±0.17 | 28.4±0.95 | 28.6±0.66 | 7.6±0.31 | 7.4±0.17 | 26.0±4.21 | 22.8±8.60 | 155.8±8.3 | 0.02±0.03 | 0.10±0.13 |

Ghi chú: Các chỉ tiêu môi trường được đo từ tháng 1 đến tháng 8 năm 2023, tần suất đo 5 ngày/lần/chỉ tiêu.

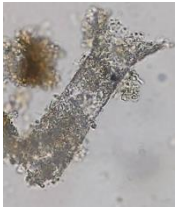







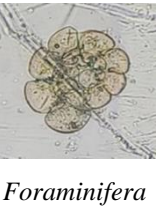
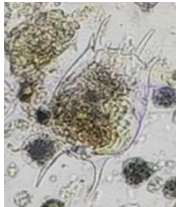

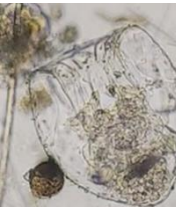
Phụ lục 5.1. Một số loài TVPS thường gặp tại vùng nghiên cứu

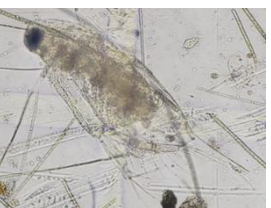

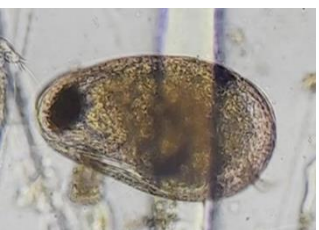

| Cyanophyta | | | Chlorophyll-a | | |
|---|---|---|--|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| <i>Chroococcus</i> | <i>Anabaeopsis</i> | <i>Oscillatoria</i> | <i>Oocystis</i> | <i>Pediastrum</i> | <i>Scenedesmus</i> |
|  |  |  |  |  |  |
| <i>Merismopedia</i> | <i>Microcystis</i> | <i>Phormidium</i> | <i>Scenedesmus</i> | <i>Coelastrum</i> | <i>Actinastrum</i> |



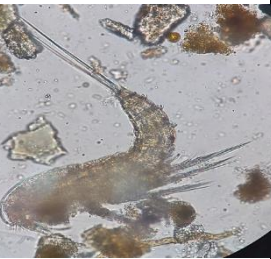

| Eulenophyta | | | Bacilariophyta | | |
|---|---|--|---|---|--|
|  |  |  |  |  |  |
| <i>Euglena</i> | <i>Euglena</i> | <i>Euglena</i> | <i>Nitzschia</i> | <i>Cyclotella</i> | <i>Gyrosigma</i> |
|  |  |  |  |  | |
| <i>Euglena</i> | <i>Euglena</i> | <i>Coscinodiscus</i> | <i>Nitzschia</i> | <i>Gyrosigma</i> | |

| Dinophyta | | |
|---|--|---|
|  |  |  |
| <i>Gymnodium</i> | <i>Gyrodinium</i> | <i>Protoperidinium</i> |










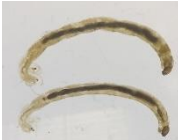






Phụ lục 5.2: Một số giống động vật phù sinh thường gặp tại vùng nghiên cứu

| Protozoa | | | Rotifera | | |
|---|---|---|--|---|---|
|  |  |  |  |  |  |
| <i>Tintinnopsis</i> | <i>Tintinnopsis</i> | <i>Diffugia</i> | <i>Trichocerca</i> | <i>Polyarthra</i> | <i>Anuraeopsis</i> |
|  |  |  |  |  |  |
| <i>Arcella</i> | <i>Tintinnopsis</i> | <i>Foraminifera</i> | <i>Brachionus</i> | <i>Brachionus</i> | <i>Asplanchna</i> |

| Cladocera | | Khác | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| <i>Diaphanosoma</i> | <i>Moina</i> | <i>Ostracoda</i> | <i>Amphipoda</i> |

| Copepoda | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| <i>Nauplius</i> | <i>Mesocyclops</i> | <i>Microsetella</i> | <i>Calanoida</i> |

Phụ lục 5.3. Một số loài động vật đáy thường gặp ở vùng nghiên cứu

| | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|
|  <p><i>Mytilus edulis</i></p> |  <p><i>Nuculana minuta</i></p> |  <p><i>Stenothyra</i> spp.</p> |  <p><i>Melanoides tuberculata</i></p> |  <p><i>Sermyla riqueti</i></p> |  <p><i>Gammarus locusta</i></p> |
|  <p><i>Pomacea canaliculata</i></p> |  <p><i>Exopalaemon styliferus</i></p> |  <p><i>Capitella capitata</i></p> |  <p>Ấu trùng muỗi <i>Chironomidae</i></p> |  <p><i>Clea helena</i></p> |  <p><i>Anomalocardia squamosa</i></p> |
|  <p><i>Melampus</i> sp.</p> |  <p><i>Thiara scabra</i></p> |  <p><i>Nephtys</i> sp.</p> |  <p><i>Nereis</i> sp.</p> | | |

Phụ lục 6. Một số hình ảnh quá trình thực nghiệm tại vùng nghiên cứu

