

CHƯƠNG 1. CÁC YẾU TỐ MÔI TRƯỜNG

1.1 Điều kiện môi trường và sự ảnh hưởng từ môi trường đến tôm nuôi

- Nhiệt độ là yếu tố chi phối trực tiếp tốc độ trao đổi chất, hô hấp và tăng trưởng của tôm. Theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia, nhiệt độ thích hợp cho ao nuôi tôm nước lợ nằm trong khoảng 18–33°C. Kết quả quan trắc trong mô hình tôm–rừng tại tỉnh Cà Mau cho thấy nhiệt độ nước dao động chủ yếu trong khoảng 26,4–31,9°C, phù hợp cho sinh trưởng của tôm. Khi nhiệt độ duy trì trong khoảng tối ưu, tôm bắt mồi tốt, tiêu hoá hiệu quả và hệ miễn dịch hoạt động ổn định. Ngược lại, nhiệt độ quá cao làm giảm oxy hoà tan và tăng tỷ lệ amoniac tự do (NH_3), gây stress sinh lý, tổn thương mang và làm tăng nguy cơ chết hàng loạt. Trong khi đó, nhiệt độ thấp kéo dài làm giảm trao đổi chất, khiến tôm chậm lớn và dễ nhiễm bệnh.
- pH phản ánh trạng thái axit–kiềm của môi trường nước và ảnh hưởng trực tiếp đến cân bằng ion, hô hấp và khả năng hấp thu dinh dưỡng của tôm. pH thích hợp cho nuôi tôm nước lợ dao động trong khoảng 7–9 và biên độ dao động trong ngày không nên vượt quá 0,5. Tại Cà Mau, pH trong các ao tôm–rừng được ghi nhận trong khoảng 7,0–8,8. Khi pH ổn định, tôm duy trì hoạt động sinh lý bình thường và khả năng đề kháng cao. Tuy nhiên, dao động pH lớn, đặc biệt trong các ao có mật độ tảo cao hoặc độ kiềm thấp, có thể gây stress, làm tổn thương mang và tăng tính nhạy cảm của tôm đối với vi khuẩn gây bệnh như *Vibrio*.
- Oxy hòa tan là yếu tố thiết yếu cho hô hấp và chuyển hoá năng lượng của tôm. Quy chuẩn quốc gia yêu cầu DO trong ao nuôi tôm phải đạt tối thiểu 3,5 mg/L. Kết quả quan trắc tại Cà Mau cho thấy DO trung bình đạt khoảng 4,7 mg/L nhưng có thời điểm giảm xuống dưới 3 mg/L, đặc biệt vào ban đêm hoặc trong mùa mưa. Khi DO thấp, tôm giảm bắt mồi, nổi đầu, suy yếu và dễ mắc các bệnh do vi khuẩn. Thiếu oxy kéo dài còn làm rối loạn chu trình nitơ, gián tiếp làm tăng độc tính của nitrit và amoniac trong ao nuôi.
- Độ mặn ảnh hưởng trực tiếp đến cân bằng thẩm thấu và quá trình điều hòa ion trong cơ thể tôm. Theo quy chuẩn, độ mặn thích hợp cho nuôi tôm nước lợ nằm trong khoảng 5–35‰. Ở Cà Mau, độ mặn ao nuôi biến động mạnh theo mùa, dao động từ 15,7 đến 34,0‰. Khi độ mặn thay đổi đột ngột, tôm dễ bị sốc thẩm thấu, giảm ăn và suy giảm miễn dịch. Ngược lại, khi độ mặn ổn định trong khoảng thích hợp, tôm duy trì cân bằng sinh lý tốt và tăng trưởng ổn định.
- Độ kiềm phản ánh khả năng đệm của nước và có vai trò quan trọng trong việc ổn

định pH. Độ kiềm phù hợp cho ao nuôi tôm nước lợ nằm trong khoảng 60–180 mg CaCO_3/L . Tại Cà Mau, độ kiềm quan trắc dao động từ 88,7 đến 239,0 mg/L. Độ kiềm thấp làm pH dao động mạnh trong ngày, gây stress cho tôm, trong khi độ kiềm quá cao có thể làm tăng độc tính của amoniac khi pH tăng, ảnh hưởng xấu đến hệ hô hấp và tốc độ tăng trưởng của tôm.

- Nitrit là dạng nitơ vô cơ độc đối với tôm, gây cản trở quá trình vận chuyển oxy trong máu thông qua oxy hoá hemocyanin. Tại các ao tôm–rừng Cà Mau, nồng độ NO_2^- được ghi nhận trong khoảng 0,005–0,047 mg/L, thấp hơn ngưỡng gây độc. Tuy nhiên, khi nitrit tích tụ vượt ngưỡng an toàn (thường được khuyến nghị < 0,1–0,3 mg/L), tôm sẽ giảm tăng trưởng, giảm bắt mồi và có thể chết hàng loạt nếu tiếp xúc kéo dài.
- Nitrat là sản phẩm cuối của quá trình nitrat hoá và có độc tính thấp hơn so với amoniac và nitrit. Nồng độ NO_3^- tại Cà Mau dao động từ 0,013 đến 0,204 mg/L, nằm trong khoảng an toàn. Tuy nhiên, nitrat tích tụ cao kéo dài có thể gây rối loạn thẩm thấu, làm tôm suy yếu và gián tiếp thúc đẩy phú dưỡng hoá ao nuôi, ảnh hưởng đến ổn định môi trường nước.
- Amoni hình thành từ chất thải và thức ăn dư thừa trong ao nuôi. Quan trắc tại Cà Mau cho thấy TAN dao động từ 0,007 đến 0,294 mg/L. Ở pH và nhiệt độ cao, NH_4^+ có thể chuyển hoá sang NH_3 độc hại, gây tổn thương mang, giảm khả năng hô hấp và làm tôm chậm lớn. Do đó, kiểm soát amoni là yếu tố quan trọng để duy trì sức khoẻ và tỷ lệ sống của tôm.
- Phosphat là dưỡng chất cần thiết cho tảo và vi sinh vật trong ao nuôi. Tại Cà Mau, PO_4^{3-} được ghi nhận trong khoảng 0,009–0,116 mg/L. Ở nồng độ phù hợp, phosphat góp phần duy trì cân bằng sinh thái ao nuôi. Tuy nhiên, khi tích tụ quá mức, phosphat gây phú dưỡng hoá, làm bùng phát tảo, tăng dao động pH và giảm oxy hoà tan vào ban đêm, từ đó gây stress và tăng nguy cơ bệnh cho tôm.
- Vibrio tổng số là nhóm vi khuẩn đặc trưng của môi trường nước lợ và có mối liên hệ chặt chẽ với điều kiện môi trường ao nuôi. Các nghiên cứu cho thấy mật độ Vibrio trong ao nuôi tăng mạnh khi hàm lượng hữu cơ cao, DO thấp và pH dao động lớn. Khi mật độ Vibrio vượt khoảng 10^4 CFU/mL, nguy cơ bùng phát các bệnh do Vibrio gây ra như hoại tử gan tụy và viêm ruột tăng lên rõ rệt, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khoẻ và năng suất nuôi tôm.

1.2 Nguyên nhân khiến các chỉ tiêu môi trường vượt ngưỡng

Trong mô hình nuôi tôm quảng canh tại tỉnh Cà Mau, chất lượng nước ao chịu tác động mạnh bởi điều kiện tự nhiên (đất phèn, mưa – nắng thất thường, xâm nhập mặn) và chế độ quản lý ao dựa nhiều vào nguồn nước ngoài tự nhiên. Khi các chỉ tiêu môi trường (nhiệt độ, pH, DO, độ mặn, dinh dưỡng và hàm lượng hữu cơ) vượt ngưỡng cho phép, tôm dễ bị sốc, giảm ăn và suy giảm sức đề kháng. Phần này trình bày các nguyên nhân chính khiến từng nhóm chỉ tiêu vượt ngưỡng.

1.2.1 Nhiệt độ

Nhiệt độ thường vượt ngưỡng vào mùa khô hoặc những ngày nắng kéo dài. Các nguyên nhân chính bao gồm:

- Mực nước ao thấp làm nước hấp thụ nhiệt nhanh, nhiệt độ tăng cao vào buổi trưa.
- Bề mặt ao phơi trực tiếp dưới nắng, thiếu tán che từ rừng ngập mặn.
- Biến động nhiệt độ do nắng nóng cực đoan hoặc mưa lớn làm lạnh đột ngột.

1.2.2 pH

pH thường dao động mạnh ngày–đêm hoặc giảm đột ngột trong mùa mưa. Nguyên nhân chủ yếu:

- Đất phèn hoạt động chứa nhiều hợp chất sunfat và ion Fe, Al gây acid hóa nước.
- Mưa lớn kéo dài làm loãng nước và rửa trôi phèn từ bờ xuống ao.
- Tảo phát triển mạnh vào ban ngày làm pH tăng; tảo tàn hoặc hô hấp ban đêm làm pH giảm.
- Bón vôi hoặc khoáng không đúng liều lượng khiến pH tăng đột ngột.

1.2.3 Oxy hòa tan (DO)

DO thường giảm thấp vào ban đêm, đặc biệt trong các ao ít biện pháp sục khí. Nguyên nhân chính:

- Nồng độ chất hữu cơ đáy cao, vi sinh tiêu thụ nhiều oxy khi phân hủy.
- Trời âm u kéo dài làm giảm quang hợp, lượng oxy sinh ra thấp.
- Không có hệ thống quạt nước hoặc sục khí trong ao quảng canh.

1.2.4 Độ mặn

Độ mặn biến động lớn theo mùa do thủy triều và xâm nhập mặn. Nguyên nhân phổ biến:

- Mùa khô nắng nóng làm mực nước giảm, bốc hơi mạnh khiến độ mặn tăng cao.
- Mùa mưa lượng nước ngọt lớn làm giảm độ mặn đột ngột gây sốc mặn cho tôm.
- Quản lý cống chưa hợp lý dẫn đến lấy nước triều quá mặn hoặc xả nước ô nhiễm rồi lấy trở lại.

1.2.5 Độ trong và màu nước

Độ trong bất thường có thể quá thấp hoặc quá cao. Các nguyên nhân chính:

- Nhiễm phèn làm kết tủa phosphate khiến tảo khó phát triển, nước quá trong.
- Bùn đáy bị khuấy do gió lớn, mưa to hoặc hoạt động của người dân làm nước đục.
- Gây màu quá mức khiến tảo phát triển dày, khi tảo tàn làm nước đổi màu và gây độc.

1.2.6 Độ kiềm

Độ kiềm dao động mạnh khi:

- Đất phèn làm độ kiềm nền thấp và khả năng đệm pH kém.
- Bón vôi hoặc khoáng liều cao làm độ kiềm tăng nhanh.
- Mưa kéo dài làm loãng các ion bicarbonate, độ kiềm giảm mạnh.

1.2.7 NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+

Các dạng nitơ vô cơ vượt ngưỡng do:

- Tích tụ chất hữu cơ đáy ao qua nhiều vụ, phân giải tạo NH_4^+ và NO_2^- .
- DO thấp làm quá trình nitrat hóa bị ức chế, khiến NO_2^- tích lũy.
- Mưa lớn khuấy trộn bùn đáy, giải phóng khí độc và amoni ra cột nước.

1.2.8 PO_4^{3-}

Nồng độ phosphate thay đổi chủ yếu do:

- Phân giải hữu cơ làm tăng PO_4^{3-} .
- Đất phèn chứa Fe^{3+} và Al^{3+} kết tủa phosphate, làm giảm phosphate trong nước.
- Bón phân vô cơ liều cao gây dư thừa phosphate.

1.2.9 COD

COD tăng cao khi mức độ ô nhiễm hữu cơ lớn. Nguyên nhân chính:

- Chất hữu cơ tích tụ lâu năm, ít nạo vét đáy.
- Nước đầu vào ô nhiễm từ kênh rạch xung quanh.

- Tảo tàn hàng loạt làm gia tăng nhu cầu oxy hóa.

1.3 Giải pháp xử lý và ứng dụng thực tế trong điều kiện nuôi quảng canh

Trong mô hình nuôi tôm quảng canh tại tỉnh Cà Mau, việc quản lý môi trường phụ thuộc nhiều vào nguồn nước tự nhiên và điều tiết thủy triều. Các biện pháp xử lý vì vậy cần ưu tiên giải pháp sinh học, quản lý nguồn nước và cải tạo ao phù hợp với chi phí thấp, hạn chế sử dụng hóa chất hoặc thiết bị cơ khí tốn kém. Phần này trình bày một số giải pháp khả thi theo từng nhóm chỉ tiêu.

1.3.1 Nhiệt độ

- Giữ mực nước ổn định nhằm giảm biến động nhiệt độ giữa ngày và đêm.
- Trồng hoặc bảo tồn cây rừng ngập mặn ven bờ để che phủ giảm hấp thu nhiệt.
- Hạn chế tháo khô đáy hoặc phơi ao trong các đợt nắng nóng kéo dài.
- Sau mưa lớn cần cấp thêm nước theo triều để ổn định lại nhiệt độ và độ mặn.

1.3.2 pH

- Bón vôi CaCO_3 hoặc Dolomite ở mức duy trì để trung hòa phèn đất; chia thành nhiều lần nhỏ.
- Gia cố bờ ao, hạn chế nước mưa chảy tràn mang phèn xuống ao.
- Khuyến khích phát triển hệ tảo tự nhiên ổn định để điều hòa pH.
- Không lấy nước đầu mùa mưa khi phèn rửa trôi mạnh từ kênh, rạch vào ao.

1.3.3 Oxy hòa tan (DO)

- Tăng cường trao đổi nước theo thủy triều, đặc biệt vào ban đêm hoặc sau mưa.
- Hạn chế bùn hữu cơ tích tụ ven bờ; nạo vét theo chu kỳ vụ nuôi.
- Nuôi ghép cá rô phi hoặc nhuyễn thể nhằm phân giải hữu cơ và khuấy động nhẹ đáy.
- Giữ độ trong – màu nước ở mức ổn định để hệ tảo tự nhiên cung cấp oxy hiệu quả.

1.3.4 Độ mặn

- Điều tiết đóng, mở cống theo chu kỳ triều nhằm ổn định độ mặn.
- Dự trữ nước có độ mặn phù hợp trong ao lắng để pha loãng khi độ mặn tăng cao.
- Lấy nước theo triều giữa, tránh triều cường có độ mặn cao hoặc nước đục chứa nhiều phù sa.

1.3.5 Độ trong và màu nước

- Với ao phèn, khử phèn trước bằng vôi hoặc khoáng trước khi gây màu.
- Gây màu bằng phân hữu cơ hoai mục hoặc sử dụng chế phẩm sinh học, hạn chế phân vô cơ.
- Theo dõi độ trong bằng đĩa Secchi, duy trì từ 30–40 cm là phù hợp cho quảng canh.
- Khi tảo dày, ưu tiên thay nước triều thay vì dùng hóa chất diệt tảo.

1.3.6 Độ kiềm

- Bón vôi với liều thấp định kỳ vào buổi chiều để tăng kiềm từ từ.
- Chọn lấy nước vào thời điểm kênh có kiềm ổn định (triều giữa), tránh sau mưa lớn.
- Hạn chế sử dụng hóa chất thay đổi kiềm đột ngột làm tôm sốc môi trường.

1.3.7 NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+

- Giảm lượng hữu cơ đáy bằng biện pháp tháo cạn – phơi đáy theo từng khu vực sau mỗi vụ.
- Thay nước theo triều nhằm giảm tập trung khí độc và tăng oxy hòa tan.
- Nuôi ghép sinh vật lọc đáy giúp tiêu thụ mùn bã hữu cơ.
- Bổ sung chế phẩm sinh học vi khuẩn nitrat hóa theo chu kỳ, đặc biệt sau mưa.

1.3.8 PO_4^{3-}

- Kiểm soát bón phân hữu cơ tránh dư thừa dinh dưỡng.
- Kết hợp zeolite hoặc than bùn hoạt tính để hấp phụ phosphate.
- Khuyến khích hệ tảo tự nhiên phát triển bền vững nhằm hấp thu phosphate.

1.3.9 COD

- Thu gom xác thực vật rừng ngập mặn rụng xuống ao theo chu kỳ.
- Tăng cường trao đổi nước để cuốn trôi chất hữu cơ hòa tan.
- Sử dụng vi sinh xử lý đáy định kỳ thay vì hóa chất oxy hóa mạnh.
- Nuôi ghép loài ăn mùn như cá đối, cá rô phi nhằm hỗ trợ giảm ô nhiễm hữu cơ.