

LÊ VĂN CÁT (CHỦ BIÊN)
ĐỖ THỊ HỒNG NHUNG
NGÔ NGỌC CÁT

NUỐC NUÔI THỦY SẢN

CHẤT LƯỢNG VÀ GIẢI PHÁP CẢI THIỆN CHẤT LƯỢNG



NHÀ XUẤT BẢN
KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Lê Văn Cát (chủ biên)
Đỗ Thị Hồng Nhung - Ngô Ngọc Cát

NƯỚC NUÔI THỦY SẢN

CHẤT LƯỢNG

&

GIẢI PHÁP CẢI THIỆN CHẤT LƯỢNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Hà Nội

NƯỚC NUÔI THỦY SẢN (CHẤT LƯỢNG VÀ GIẢI PHÁP CẢI THIỆN CHẤT LƯỢNG)

Tác giả : **LÊ VĂN CÁT** (Chủ biên)
ĐỖ THỊ HỒNG NHUNG
NGÔ NGỌC CÁT

<i>Chịu trách nhiệm xuất bản</i>	:	PGS. TS TÔ ĐĂNG HẢI
<i>Biên tập và sửa bài</i>	:	ThS. NGUYỄN HUY TIẾN NGỌC LINH NAM SƠN
<i>Trình bày bìa</i>	:	HƯƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC KỸ THUẬT
70 Trần Hưng Đạo – Hà Nội

In 400 cuốn, khuôn khổ 16 x 24cm, tại Xưởng in NXB Văn hoá Dân tộc
Quyết định xuất bản số: 136-2006/CXB/160-06/KHKT ngày 17/7/2006
In xong và nộp lưu chiểu Quý III năm 2006.

Lời giới thiệu

Cuốn sách "Nước nuôi thủy sản, chất lượng & giải pháp cải thiện chất lượng" được biên soạn nhằm:

- *Giúp người nuôi, các nhà quản lý, các nhà kỹ thuật hiểu biết thêm về chất lượng môi trường nước nuôi và sự biến động của nó do tác động của tự nhiên, của quá trình sản xuất và quản lý.*
- *Giúp người nuôi thủy sản áp dụng đúng các kỹ thuật nuôi: cho ăn, bón phân, thay nước, sục khí, làm trong nước, sử dụng bột đá vôi, các loại hoá chất để duy trì môi trường nước nuôi ít bị suy thoái tránh các rủi ro chủ quan.*
- *Cung cấp cho bạn đọc một số kiến thức trong việc khảo sát, đánh giá môi trường nuôi sao cho số liệu thu được có tính đại diện và có ích cho sản xuất.*

Quản lý chất lượng nước nuôi là vấn đề khó nhưng cần thiết để có được sự phát triển bền vững trong ngành nuôi thủy sản.

Do kiến thức và kinh nghiệm hạn chế, các tác giả mong được góp ý và sửa chữa những sai sót trong tài liệu.

Các tác giả

MỤC LỤC

BÀI 1 CHẤT LƯỢNG NƯỚC TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN	9
BÀI 2 HỆ SINH THÁI TRONG AO HỒ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN	15
2.1. Sự phát triển của tảo trong ao hồ nuôi	21
2.2. Tảo và năng suất thủy sản	26
2.3. Nguồn carbon trong ao hồ nuôi	29
2.4. Nguồn nitơ trong ao hồ	33
2.5. Nguồn photpho trong ao hồ	43
2.6. Oxy hoà tan trong ao hồ nuôi	49
BÀI 3 ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG NƯỚC ĐẾN NUÔI TRỒNG THỦY SẢN ..	57
3.1. Nhiệt độ	65
3.2. Độ muối	67
3.3. pH	71
3.4. Độ kiềm.....	77
3.5. Độ cứng của nước.....	82
3.6. Oxy hoà tan	87
3.7. Carbon dioxit.....	93
3.8. Amoniac.....	95
3.9. Nitrit.....	98
3.10. Nitrat	101
3.11. Hydro sunfua	102
3.12. Đồng và các kim loại nặng khác.....	106
3.13. Clo	109
3.14. Độ đục	111
BÀI 4 TRUNG HOÀ AXIT TRONG AO HỒ NUÔI	115
4.1. Sự hình thành axit trong ao hồ.....	116
4.2. Vật liệu trung hoà axit.....	122

4.3. Lợi ích và phương pháp sử dụng.....	133
4.4. Áp dụng trong thực tiễn	139
BÀI 5 BÓN PHÂN CHO AO HỒ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN	143
5.1. Phân hóa học.....	145
5.2. Phân hữu cơ.....	149
5.3. Tác dụng của phân bón.....	151
5.4. Phương pháp bón phân	162
5.4.1. Bón phân cho ao hồ nước ngọt.....	162
5.4.2. Bón phân cho ao hồ nước lợ.....	170
5.5. Kinh nghiệm bón phân	171
BÀI 6 ĐỘ ĐỤC VÀ CẢM QUAN CỦA NƯỚC AO HỒ NUÔI.....	181
6.1. Xác định độ đục, cảm quan của nước	182
6.2. Một số giải pháp	186
6.3. Làm trong nước.....	188
BÀI 7 SỤC KHÍ	195
7.1. Hiệu quả của sục khí	196
7.2. Công suất thiết bị và nhu cầu sục khí.....	200
7.3. Lưu thông nước trong ao.....	204
BÀI 8 KIỂM SOÁT CỎ DẠI TRONG AO NUÔI.....	209
8.1. Thực vật trong ao hồ.....	211
8.2. Tác động xấu của cỏ dại	214
8.3. Kiểm soát thực vật trong ao nuôi	215
8.4. Kiểm soát cỏ dại bằng biện pháp sinh học.....	217
8.5. Kiểm soát cỏ dại bằng biện pháp hóa học	219
8.6. Kiểm soát tảo trong ao hồ nuôi.....	229
8.7. Sự cân nhắc về mặt quản lý	242
BÀI 9 TẢO CÓ HẠI VÀ HƯƠNG VỊ THỦY SẢN	245
9.1. Thành phần gây hương vị khó chịu.....	246
9.2. Lấy nhiễm và loại bỏ các hợp chất gây mùi	252
9.3. Giải pháp quản lý.....	258
9.4. Tảo độc.....	262

BÀI 10 ĐÁNH GIÁ Ô NHIỄM NƯỚC NUÔI TRỒNG	273
10.1. Ô nhiễm nguồn nước	274
10.2. Đánh giá độc tính.....	285
10.2.1. Trật tự thời gian và bản chất độc tính.....	285
10.2.2. Điều kiện môi trường và quản lý ao nuôi.....	288
10.2.3. Lý lịch ao nuôi và hoàn cảnh xung quanh	290
10.3. Chống ô nhiễm	293
BÀI 11 XỬ LÝ MÔI TRƯỜNG NUÔI.....	295
11.1. Chất oxy hóa.....	297
11.1.1. Kali permanganat	297
11.1.2. Peroxid	300
11.2. Chất diệt cá.	306
11.2.1. Rotenon.....	306
11.2.2. Antimycin A	307
11.2.3. Một số hóa chất khác	308
11.3. Xử lý các thành phần liên quan đến trao đổi chất	310
11.3.1. Làm giảm pH	310
11.3.2. Giảm lượng carbon dioxit.....	311
11.3.3. Loại bỏ amoniac	312
11.3.4. Xử lý nitrit.....	317
11.3.5. Xử lý hydro sunfua.....	317
11.3.6. Thuốc chữa bệnh.....	317
11.3.7. Sử dụng chế phẩm sinh học.....	319
11.3.8. Chất diệt khuẩn	321
11.3.9. Một số xử lý khác.....	322
BÀI 12 QUẢN LÝ CHẤT CHẢI	325
12.1. Chất gây ô nhiễm.....	327
12.2. Lượng thải	331
12.3. Đặc trưng ô nhiễm	332
12.4. Cải thiện chất lượng nước thông qua quản lý ao nuôi	335
12.5. Xử lý nước thải	339
12.6. Chất thải rắn	342
12.7. Kinh nghiệm quản lý trong thực tế.....	344

BÀI 13 PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG VÀ MÔI TRƯỜNG	347
13.1. Những vấn đề về môi trường	349
13.2. An toàn thực phẩm	356
13.3. Tính bền vững	360
13.4. Đánh giá tác động môi trường	362
BÀI 14 ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC	367
14.1. Biến động chất lượng nước	369
14.1.1. Biến động theo thời gian	369
14.1.2. Biến động theo chiều sâu của lớp nước	373
14.1.3. Biến động theo mặt ngang	374
14.1.4. Biến động giữa các ao	375
14.1.5. Biến động theo vùng	376
14.2. Kế hoạch đánh giá chất lượng nước	377
14.2.1. Đánh giá nhằm mục đích cấp nước nuôi	378
14.2.2. Quan trắc điều kiện môi trường	379
14.2.3. Quan trắc phục vụ đánh giá bệnh tật	379
14.2.4. Quan trắc nhằm mục đích nghiên cứu	380
14.3. Một số hướng dẫn	380
14.4. Lấy và bảo quản mẫu	385
14.5. Phân tích tại hiện trường	387
14.6. Phương pháp phân tích các chỉ tiêu trong nước	389
14.6.1. Nhiệt độ	390
14.6.2. Độ muối	390
14.6.3. Clorua	391
14.6.4. Sunfat	395
14.6.5. pH	399
14.6.6. Độ kiềm	403
14.6.7. Độ cứng	405
14.6.8. Oxy hoà tan (DO)	411
14.6.9. Amoniac	413
14.6.10. Nitrit, (NO_2^-)	418
14.6.11. Nitrat, (NO_3^-)	419
14.6.12. Hợp chất hữu cơ	421
TÀI LIỆU THAM KHẢO	424

Bài 1

CHẤT LƯỢNG NƯỚC TRONG NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

- Để có được năng suất nuôi trồng thủy sản và lợi nhuận cao, hướng nuôi thâm canh là xu hướng đang thịnh hành. Nuôi thâm canh cần phải đầu tư lớn về thức ăn trực tiếp (thức ăn tổng hợp) hoặc gián tiếp (bón phân vô cơ, hữu cơ) sử dụng một số hóa chất để duy trì sự phát triển ổn định của vật nuôi.
- Lợi nhuận thu được không tỉ lệ thuận với suất đầu tư, đầu tư cao thì năng suất tăng chậm và lợi nhuận sẽ giảm. Lý do chủ yếu là do suy thoái môi trường nuôi, chi phí để khắc phục môi trường lớn.
- Chất lượng nước nuôi là yếu tố rất quan trọng, nó bị ảnh hưởng do: nguồn nước cấp, do sản xuất hàng ngày, do nước thải của vùng xung quanh và hóa chất sử dụng. Trong đó ô nhiễm nguồn nước do sản xuất hàng ngày là nặng nề nhất vì lượng thức ăn đưa vào sử dụng chỉ được thủy sản hấp thu được khoảng 25 – 30%, phần dư lại tồn tại trong môi trường nuôi làm biến động môi trường.
- Các giải pháp kiểm soát nước nuôi trồng không nhiều, để áp dụng có hiệu quả cần phải đánh giá được chất lượng nước tại thời điểm quan tâm nhưng quan trọng hơn chính là sự hiểu biết đầy đủ, nghiêm túc về các giải pháp đó cũng như sự tương tác dây chuyền (động thái) khi áp dụng.
- Có lẽ sẽ thích hợp hơn nếu tổ chức được các đội dịch vụ lưu động chuyên quan tâm về chất lượng nước và giải pháp quản lý cho từng vùng nhằm tránh những sai sót trong thao tác chuyên môn. Những người làm nhiệm vụ trên cần được đào tạo chuyên môn một cách nghiêm túc.

Nguồn lợi thủy sản trong tự nhiên ngày càng ít đáp ứng đầy đủ nhu cầu của con người do nhu cầu ngày càng lớn và nguồn ngày càng ít đi. Để thoả mãn, ngành nuôi trồng thủy sản phát triển rất nhanh trong một vài chục năm lại đây ở các nước cũng như ở Việt Nam và đã trở thành một ngành công nghiệp.

Nuôi trồng quảng canh, lợi dụng các điều kiện tự nhiên cho hiệu quả sản xuất không cao, sản lượng thu hoạch thấp trên một đơn vị diện tích nuôi trồng, vì thế xu hướng đang thịnh hành là nuôi thâm canh để đạt tới lợi nhuận cao hơn.

Nuôi trồng thâm canh phần lớn được thực hiện trong các hồ ao, tức là trong một vực nước khép kín ít tiếp xúc với các nguồn nước khác. Trong quá trình nuôi trồng thâm canh, một lượng lớn thức ăn, hóa chất các dạng được đưa vào ao hồ nhằm duy trì và thúc đẩy sự phát triển của các loại thủy sản. Khả năng sử dụng của các loài thủy sản đối với các dạng chất đưa vào ao hồ là rất hạn chế, ví dụ thủy sản chỉ hấp thu được khoảng 25 – 30% những thành phần có ích trong thức ăn tổng hợp, phần còn dư lại tồn tại trong ao nuôi, trong nước, bùn hoặc bị mất vào không khí. Sự có mặt của các chất tồn dư trong nước gây nên biến động rất lớn và thường là có hại cho môi trường nước, ví dụ gây ra độ chua (giảm pH), thiếu oxy hoà tan, gây thối nguồn nước để rồi từ đó các loại nấm, vi khuẩn có hại phát triển gây bệnh và giảm sự phát triển của các loài nuôi.

Kinh nghiệm chỉ ra là: lợi nhuận thu được từ nuôi trồng thủy sản không tỉ lệ thuận với suất đầu tư (bón phân, thức ăn). Khi tăng suất đầu tư, sản lượng thủy sản tăng lên nhưng chỉ tăng rất chậm khi suất đầu tư lớn, lợi nhuận cũng tăng khi tăng suất đầu tư nhưng sẽ giảm nhanh khi tiếp tục tăng suất đầu tư, nói cách khác lợi nhuận đạt tối đa khi suất đầu tư ở mức hợp lý, nếu tiếp tục tăng lợi nhuận sẽ giảm rất nhanh. Nguyên nhân của suy giảm lợi nhuận khi tăng suất đầu tư chủ yếu là do tác động xấu đến môi trường nuôi trồng: tăng cường thức ăn, phân bón gây ra hiện tượng phú dưỡng dẫn tới sự phát triển bùng nổ của tảo, thực vật phù du làm cạn kiệt nguồn oxy trong nước, tăng nồng độ các chất gây độc. Muốn duy trì được

môi trường nuôi trồng ổn định cần phải tăng chi phí cho các biện pháp kiểm soát chất lượng nước, ví dụ sục khí, những biện pháp đó sẽ làm giảm lợi nhuận thu được.

Qua ví dụ trình bày trên cho thấy vai trò của chất lượng nước trong việc đạt lợi nhuận của sản xuất trong nuôi trồng thủy sản là rất quan trọng.

Chất lượng nước nuôi thủy sản bị ảnh hưởng bởi bốn yếu tố chính sau: nước nguồn, do quá trình nuôi, nước thải từ các hồ ao nuôi, hóa chất sử dụng trong sản xuất.

Nước nguồn tự nhiên cần được đánh giá kỹ càng trước khi xây ao hồ nuôi tại vị trí nào đó, rất có thể chất lượng nước không phù hợp thì cần phải xử lý. Ví dụ, trên các vùng đất nhiễm chua phèn, nước chứa nhiều axit và khi đó đồng thời cũng chứa nhiều các ion kim loại (sắt, nhôm) không phù hợp đối với tôm cá. Nguồn nước đó chỉ có thể sử dụng khi đã trung hoà và làm tăng được pH của môi trường, ví dụ bón vôi để trung hoà axit. Nguồn nước nuôi cũng có thể bị ô nhiễm bởi các nguồn nước nuôi quần hợp xung quanh, của các ao hồ đang và đã nuôi bên cạnh, những nguồn này thường có độ ô nhiễm lớn và mang nhiều yếu tố gây bệnh. Một vùng nuôi trồng được quản lý tốt là phải giảm thiểu được lượng nước tháo ra từ các hồ nuôi hay ngăn chặn nước từ các cơ sở sản xuất gây ô nhiễm chảy vào (từ các cơ sở nuôi giống, chế biến thực phẩm chẳng hạn).

Ô nhiễm nguồn nước nuôi trồng nặng nề và thường trực là do hoạt động sản xuất nuôi trồng. Trong quá trình sản xuất, nhất là nuôi thâm canh, một lượng rất lớn thức ăn, phân vô cơ, phân hữu cơ được đưa vào ao hồ nhằm tăng năng suất sản phẩm, nhưng do hiệu quả sử dụng các thành phần đó thấp nên lượng dư và các chất bài tiết từ tôm cá lớn nên mức độ ô nhiễm ngày càng tăng nếu không có giải pháp kiểm soát hữu hiệu. Ô nhiễm môi trường do yếu tố sản xuất sẽ làm mất cân bằng sinh thái nghiêm trọng, thậm chí đến mức không thể nuôi tiếp vụ sau khi chưa áp dụng các biện pháp xử lý triệt để.

Nguồn nước thải từ các ao hồ nuôi thường ô nhiễm khá nặng nên cần hết sức hạn chế thải ra các vùng xung quanh hoặc trước khi thải cần được xử lý để đảm bảo an toàn cho khu vực nuôi trồng xung quanh. Do lượng nước thải từ ao hồ rất lớn và kinh phí xử lý khá cao nên việc chọn lựa các giải pháp thích hợp, đặc biệt về mặt giá thành sẽ là tiêu chí quan trọng để có thể áp dụng trong thực tiễn. Muốn đạt được tiêu chí đó, việc hiểu biết tổng thể về chất lượng nước, sự biến động liên tục (động thái) của môi trường nước khi có mặt của các yếu tố tác động là yếu tố quan trọng nhất.

Một số hóa chất được sử dụng trong nuôi trồng thủy sản hoặc sinh ra từ khu hệ sinh vật có thể gây ảnh hưởng đến chất lượng của thủy sản do chúng tích tụ trong cơ thể. Ví dụ một số loại kháng sinh để trị bệnh, hóa chất bổ sung để kiểm soát chất lượng nước, các tạp chất gây mùi do tảo sinh ra, các chất diệt côn trùng và một số kim loại nặng. Một số chất kể trên khi tích tụ trong tôm cá có thể gây mùi vị khó chịu cho sản phẩm, một số chất như kháng sinh, kim loại nặng, chất diệt côn trùng có thể gây ảnh hưởng không tốt tới sức khỏe của người tiêu dùng. Vì lý do đó việc quản lý tốt chất lượng nước sẽ đảm bảo chất lượng và an toàn cho sản phẩm cuối cùng.

Do chất lượng nước nuôi trồng thủy sản có vai trò rất quan trọng nên các nhà sản xuất luôn quan tâm để kiểm soát. Tuy nhiên, các giải pháp đang được áp dụng không nhiều, một số giải pháp thường được áp dụng gồm: chọn vị trí ao hồ nuôi có nguồn nước thích hợp, bón vôi để trung hòa axit, bón phân để thúc đẩy thực vật phù du phát triển, điều chỉnh mật độ nuôi và thức ăn, kiểm soát chất lượng thức ăn và cách cho ăn, sục khí bằng biện pháp cơ học, sử dụng thuốc diệt cỏ, diệt tảo, xử lý nước ao hồ nuôi trước khi tháo. Đôi khi người ta thực hiện thêm một số giải pháp đặc thù như khử trùng với hóa chất clo, tăng cường thêm độ cứng cho nước (tăng canxi, magie). Trong các giải pháp áp dụng để kiểm soát chất lượng nước có rất nhiều biện pháp chưa được xác nhận là có ích trong thực tiễn sản xuất. Ví dụ các chiết xuất từ thực vật như sirô tỏi, sirô chanh hoặc một số chất vô cơ như thuốc tím, sô đa nhẹ (natri bicarbonat, NaHCO_3), một số loại kháng sinh, cấy vi khuẩn hoặc sử dụng một số

loại enzym. Vì vậy người sản xuất cần có một kiến thức đủ về chất lượng nước nuôi trồng thủy sản để biết được cần phải áp dụng giải pháp nào trong những tình huống cụ thể nhằm cải thiện thật sự môi trường nuôi. Hơn thế nữa, khi áp dụng một giải pháp quản lý chất lượng nước, hệ sinh thái của ao hồ sẽ biến động rất mạnh, vì thế cũng cần tới hiểu biết về động thái của hồ. Động thái là sự biến động cả về quần thể sinh vật và chất lượng nước mang tính liên hoàn, tác động lẫn nhau giữa các yếu tố. Ví dụ để giảm bớt mật độ của tảo ở hồ nuôi người ta phải dùng muối đồng sunfat (CuSO_4). Muối đồng tan trong nước được phun vào bề mặt nước để diệt tảo, chỉ một phần tảo cần phải diệt chứ không phải tất cả. Nếu lượng tảo bị diệt nhiều hơn mức cần thiết thì nguồn nước nuôi sẽ bị thiếu khí oxy và do dùng nhiều muối đồng rất có thể các loài động vật thủy sinh bị nhiễm độc.

Một ví dụ khác là trung hoà axit với vôi, nếu dùng ít quá thì hiệu quả thấp (thường là không dưới 2000 kg/ha), dùng nhiều thì pH tăng quá mức có thể làm giảm độ cứng và kiềm của nước (kết tủa ở dạng đá vôi CaCO_3 khi pH cao) và chuyển dịch amoni về dạng độc đối với tôm cá. Để kiểm soát có hiệu quả cần phải biết rõ chất lượng nước tại thời điểm cần xử lý thông qua một số các chỉ tiêu về hóa học, vi sinh và cảm quan.

Những chỉ tiêu về chất lượng nước rất nhiều, nhưng đối với các nhà sản xuất chỉ có thể xác định được một số nhất định, ví dụ: độ đục, độ muối, pH, oxy hoà tan, nhiệt độ, độ cứng, độ kiềm, photphat, amoni, nitrit. Tuy hiện nay phần lớn các phép đo về chất lượng nước có thể thực hiện tại hiện trường nhưng do thiết bị và hóa chất có giá thành khá cao nên việc sử dụng đại trà ở Việt Nam là rất hạn chế. Phương án khả dĩ hơn là có thể tổ chức những đội đo di động làm dịch vụ cho một khu vực nào đó. Việc tổ chức các đội đo di động có lợi ích về mặt đảm bảo tay nghề để có số liệu tin cậy, mặt khác là dễ đào tạo cho họ có kiến thức sâu về chuyên môn, đặc biệt về phương diện động thái của các hồ ao nuôi thủy sản, để từ đó đưa ra được các giải pháp kiểm soát nước nuôi thích hợp.

Bài 2

HỆ SINH THÁI TRONG AO HỒ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

- Nguồn thức ăn cho tôm, cá, nhuyễn thể trong ao hồ nuôi là thức ăn tổng hợp, thực vật và động vật phù du. Thức ăn là động, thực vật phù du luôn có vai trò quan trọng ngay cả trong trường hợp nuôi bằng thức ăn tổng hợp, ít nhất nó cũng là nguồn vitamin và các nguyên tố vi lượng cho các loài nuôi.
- Cho các loài nuôi ăn có thể thực hiện: cho ăn trực tiếp thức ăn tổng hợp hoặc bón phân hóa học, phân hữu cơ để thúc đẩy tảo và động vật phù du phát triển. Tảo là nguồn thức ăn giàu dinh dưỡng chứa protein (tới 50% khối lượng khô), giàu carbon (45%) và các thành phần khác như glucit, lipit, một số loại axit, vitamin. Thành phần loài của tảo rất đa dạng có kích thước khác nhau, trong đó có những loài độc. Động vật phù du cũng rất đa dạng với kích thước rất khác nhau, thức ăn của động vật phù du là tảo, loài nhỏ chỉ ăn được tảo có kích thước nhỏ. Để phát triển tảo cần tới 12 nguyên tố đa lượng và 8 nguyên tố vi lượng.
- Thành phần hoá học trong cá: 81% chất hữu cơ, 10% nitơ, 3% photpho tính theo khối lượng khô. Khối lượng khô của cá chỉ chiếm khoảng 20%.
- Khả năng hấp thu thức ăn (N, P, C) của tôm cá rất thấp, trong thức ăn tổng hợp khả năng hấp thu nitơ 25%, photpho 17- 25%, chất hữu cơ 30-40% vì vậy lượng thức ăn đưa vào tồn tại chủ yếu trong ao hồ, chuyển hoá liên tục gây tình trạng biến động môi trường nước nuôi trồng.
- Tảo muốn phát triển cần điều kiện: ánh sáng và khí carbonic (CO_2), nitơ, photpho (đạm, lân) và các nguyên tố vi lượng.

Trong quá trình quang hợp, tảo nhả ra oxy nhưng trong quá trình sinh trưởng và phát triển chúng cũng hô hấp, khi đó tảo lại tiêu thụ oxy và nhả ra khí carbonic. Quá trình hô hấp và quang hợp xảy ra đồng thời nhưng mức độ phụ thuộc vào nguồn ánh sáng: nhiều ánh sáng (ban ngày) quang hợp thuận lợi, về ban đêm quá trình hô hấp áp đảo. Nguồn oxy do tảo quang hợp sinh ra là lượng dưỡng khí quan trọng cho động vật thủy sinh.

- Cường độ ánh sáng thích hợp cho tảo phát triển nằm trong khoảng $5-20\mu E/(m^2.s)$ phụ thuộc vào điều kiện dinh dưỡng, nhiệt độ và loài tảo. Mật độ tảo cao sẽ hạn chế sự xuyên thấu ánh sáng xuống lớp nước sâu, khi đó một số tảo có khả năng tự nổi để tiếp nhận nguồn sáng.
- Trong ao hồ mà tảo phát triển kém thì yếu tố đầu tiên dễ gặp là thiếu photpho và sau đó đến thành phần đạm.
- Tảo dễ thích nghi với nhiệt độ khác nhau, trong vùng nhiệt độ $5-25^{\circ}C$ tốc độ tăng trưởng của tảo tăng 1,8 đến 3 lần khi nhiệt độ tăng thêm $10^{\circ}C$.
- Lượng nitơ nằm trong nước chủ yếu là amoniac. Amoniacc tồn tại ở dạng amoni (NH_4^+) và dạng trung hoà amoniacc (NH_3). Dạng trung hoà độc đối với thủy sản, pH của môi trường càng cao thì tỉ lệ amoniacc/amoni càng lớn.
- Nguồn nitơ thâm nhập vào ao hồ nuôi từ quá trình cố định đạm, phân bón, thức ăn, từ khoáng hóa các chất hữu cơ bài tiết từ động vật thủy sinh. Lượng nitơ tiêu thụ là do hấp phụ trong bùn, bốc hơi, nitrat hoá – khử nitrat, do tảo và động vật hấp thu. Gần 70% đạm dùng để duy trì sự phát triển của tảo có nguồn gốc từ sự “quay vòng” lượng đạm trong nội bộ ao hồ.
- Trong các ao hồ bón phân, chỉ khoảng 20% đạm là được sử dụng có hiệu quả cho tôm cá, trong các ao hồ nuôi bằng thức ăn tổng hợp, lượng đạm hữu ích đối với động vật thủy sinh cũng chỉ tới 25%.

- Thực vật chỉ có khả năng hấp thu photpho dạng photphat đơn, photphat dễ bị lắng nên nguồn photpho trong ao nuôi thường thấp.
- Oxy tan trong nước đóng vai trò rất quan trọng đối với động vật thủy sinh. Oxy trong ao hồ có nguồn gốc từ các quá trình: thẩm từ không khí, do quang hợp của tảo. Oxy bị tiêu hao bởi các quá trình: thoát vào không khí, hô hấp của tảo và động vật, phân hủy chất hữu cơ do vi sinh vật, do các chất sa lắng trong lớp bùn.
- Lượng oxy cung cấp chủ yếu cho ao hồ là do quá trình quang hợp của tảo. Để có được oxy nhiều nhất cần một mật độ tảo nhất định, nằm trong khoảng 10-15 mg/l.
- Mật độ tảo quá cao không làm tăng được năng suất nuôi trồng thủy sản và gây hại cho môi trường nước nuôi. Mật độ tảo tối ưu đối với hồ có độ sâu 1-1,5 m nước nằm trong khoảng 15-60 mg/l. Khi mật độ tảo cao cần giảm bớt, nên hết sức cẩn thận khi dùng hoá chất (ví dụ CuSO_4) để diệt, biện pháp khắc phục là tăng cường sục khí. Muốn duy trì được mật độ tảo hợp lý thì cần phải cho ăn hoặc bón phân hợp lý.
- Tảo lam (Cyanobacteria, Blue-green algae) thường chiếm tỷ trọng lớn nhất trong ao hồ nuôi, là thành phần đóng góp vào hiện tượng nước nở hoa - sự bùng nổ của tảo, hiện tượng gây độc cho động vật thủy sinh. Tảo lam phát triển thuận lợi trong các nguồn nước giàu nitơ, photpho.
- Tảo sử dụng nguồn khí carbonic để quang hợp, khi thiếu chúng có thể sử dụng bicarbonat (HCO_3^-).
- Nguồn carbon trong ao hồ luân chuyển quay vòng giữa axit carbonic, tảo, động vật phù du, tôm cá, dạng hữu cơ tan, không tan, vi sinh vật. Thủy sản chỉ hấp thu được khoảng 40% lượng carbon, phần còn lại chúng quay vòng và biến đổi trong ao hồ.

Nuôi trồng thủy sản theo thâm canh phải bổ sung thức ăn cho loài nuôi, cho ăn trực tiếp hay gián tiếp. Để có thức ăn cho thủy sản các phương thức sau đây được thực hiện:

Bón phân vô cơ (hoá học)

Bón phân hữu cơ

Sử dụng thức ăn tổng hợp

Trong thực tiễn sản xuất người ta có thể phối hợp các phương thức trên:

Bón hỗn hợp phân hoá học và phân hữu cơ

Sử dụng thức ăn tổng hợp phối hợp với phân hoá học hay phân hữu cơ

Thức ăn cho tôm cá hay các loài nhuyễn thể từ các phương thức nuôi trên thực chất là:

Trong hồ ao bón phân hoá học các loại thực vật phù du (thực vật trôi nổi trong hồ, không có rễ bám vào nền đất) mà chủ yếu là tảo sinh ra và phát triển. Tảo là nguồn thức ăn nuôi sống động vật thủy sinh.

Trong các ao hồ bón phân hữu cơ, các tập đoàn vi sinh vật phát triển trở thành nguồn thức ăn gián tiếp cho tôm cá.

Thức ăn tổng hợp là nguồn dinh dưỡng chính cho tôm cá.

Trước khi trình bày về hệ sinh thái trong ao hồ nuôi khi sử dụng các nguồn thức ăn khác nhau, chúng ta sẽ điểu qua một số nét về những thành phần vật chất cơ bản của một số loài sinh sống trong ao hồ nuôi.

Thông thường các nhà nuôi trồng thủy sản thường đưa ra con số: chỉ 1,5 kg thức ăn tổng hợp sẽ thu được 1 kg cá. Hiển nhiên con số đó không sai nhưng không sử dụng được để phân tích số liệu. Thông thường, khối lượng khô trong cá chiếm 25% còn nước chiếm tới 75%. Trong thức ăn tổng hợp nước chiếm khoảng 10%. Vậy khối lượng khô

trong cá là 250 g/1000 g và trong thức ăn là 900 g/1000 g, vì vậy tỷ lệ cần thiết giữa thức ăn và sản phẩm thật sự là 5,4 (1,35 : 0,25). Trong thành phần khô của cá thì 81% là chất hữu cơ (carbon), 10% là nitơ và 3% là photpho. Trong protein khô lượng nitơ chiếm khoảng 16% (protein = hàm lượng nitơ $\times$ 6,25).

Tảo khô chứa tới 50% protein và chứa khoảng 45% carbon, đó là các thành phần chính. Để phát triển bình thường, tảo cần tới khoảng 20 nguyên tố để xây dựng tế bào: 12 nguyên tố đa lượng (cần nhiều) là C, H, N, O, P, S, K, Mg, Ca, Na, Cl (riêng đối với tảo cát diatom thì cần thêm Si); 8 nguyên tố vi lượng gồm: Fe, Mn, Cu, Zn, Bo, Mo, V, Co. Nhiều công trình nghiên cứu cho thấy khả năng hấp thu thức ăn (N, P, C) của tôm cá rất thấp: hấp thu đạm (protein) trong thức ăn tổng hợp khoảng 25%, của P đạt 17- 25% và khoảng 30- 40% chất hữu cơ.

Giả sử trong thức ăn tổng hợp lượng protein chiếm 30%, tôm cá hấp thu được 25%, mức độ tiêu thụ thức ăn là 100 kg/(ha.ngày) thì lượng nitơ thâm nhập vào nước do thức ăn sẽ là 36 gN/kg thức ăn hay 360 mgN/(m².ngày). Với các chất khác chúng ta có hình ảnh tương tự.

Những tạp chất xâm nhập vào môi trường nước biến đổi và tác động như thế nào lên khu hệ sinh vật trong môi trường nuôi chính là đối tượng nghiên cứu sinh thái trong ao hồ nuôi.

Trong các ao hồ nuôi, ngoài các loài thủy sản được nuôi thả luôn tồn tại thực vật phù du mà chủ yếu là tảo, chúng trôi nổi lơ lửng trong nước, không bị cố định tại một vị trí nhất định – không có rễ để bám vào đất và các loài động vật phù du cũng sống trôi nổi. Động vật và thực vật phù du là nguồn thức ăn rất quan trọng cho thủy sản ngay cả đối với các hồ ao được nuôi bằng thức ăn tổng hợp, ít nhất cũng là nguồn cung cấp vitamin và một số nguyên tố vi lượng.

Về phương diện dinh dưỡng, thành phần hoá học của một số tảo có giá trị như ghi trong bảng 2.1.

Bảng 2.1. Thành phần dinh dưỡng của một số loài tảo tinh theo khối lượng khô
(*Spirulina platensis* VN sản xuất tại Việt Nam)

Thành phần	Chlorella	Spirulina maxima	Spirulina platensis	Spirulina platensis VN	Scenedesmus acutus	Scenedesmus obliquus
Protein tổng (%)	40 - 60	67	67	66	50 - 55	50 - 56
Gluxit (%)	25 - 35	-	-	-	-	-
Lipit (%)	10 - 15	11,5	13	5	12 - 19	12 - 14
Carbohydrat (%)	-	15,3	14,5	12,5	10 - 15	10 - 17
Axit nucleic (%)	6	4,2	4,5	4,3	4 - 6	4 - 6
Xơ (%)	-	0,1	0,9	-	10 - 12	3 - 7
Tro (%)	10 - 34	6	7,6	10,3	6 - 8	6 - 10
Sterol (%)	0,1 - 0,2	-	-	-	-	-
Sterin (%)	0,1 - 0,5	-	-	-	-	-
β - caroten (%)	0,16	-	-	-	-	-
Xanthophyll (%)	3,3 - 3,6	-	-	-	-	-
Chlorophyll a (%)	2,2	-	-	-	-	-
Chlorophyll b (%)	0,58	-	-	-	-	-
Vitamin (mg/g)	-	-	-	-	-	-
B ₁ (mg/g)	18	-	-	-	-	-
C (mg/g)	0,3 - 0,6	-	-	-	-	-
K (mg/g)	6	-	-	-	-	-
B ₆ (mg/g)	2,3	-	-	-	-	-
B ₁₂ (mg/g)	7 - 9	-	-	-	-	-
B ₂ (mg/g)	3,5	-	-	-	-	-

Tảo có rất nhiều loại với kích thước từ vài μm đến khoảng 100 μm (1 mm = 1000 μm) và hình dạng rất khác nhau. Nhiều loại tảo có giá trị dinh dưỡng cao được sử dụng làm thức ăn nhưng cũng có một số loài có độc tính đối với cơ thể động vật.

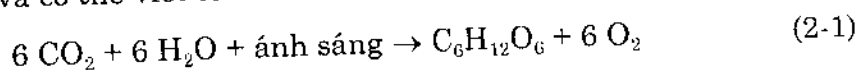
Động vật phù du là loại động vật bé, phần lớn sống ở nước ngọt, một số sống ở nước lợ và nước mặn. Kích thước của loại động vật phù du cũng khác nhau, từ rất nhỏ như chỉ nhìn thấy dưới kính hiển vi thông dụng đến kích cỡ mm. Động vật phù du có số loài rất phong

phù, có tới cả ngàn loài được phân theo các ngành, lớp, bộ, họ, giống khác nhau. Do kích thước của tảo và động vật phù du khác nhau nên không phải tất cả các loài tảo đều được sử dụng làm thức ăn cho động vật phù du. Loài bé chỉ có thể ăn được tảo có kích thước nhỏ.

2.1. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA TẢO TRONG AO HỒ NUÔI

Tảo là loại thực vật nhỏ có khả năng quang hợp, sống '3 lửng trong nước và một số có chút khả năng chuyển động. Những nhóm chính của tảo sinh sống trong hồ gồm: tảo lục (*Green algae chlorophyta*), tảo mắt (*Euglenophyta*), tảo vàng ánh (*Chrysophyta*), tảo giáp (*Pyrrhophyta*), tảo lam (*Blue-green algae, Cyanobacteria*).

Tảo sử dụng sắc tố quang hợp chlorophyll và một số chất màu quang hợp khác để hấp thụ ánh sáng để biến đổi thành năng lượng hoá học dự trữ trong adenosine triphotphat (ATP) và một số chất khử khác. Năng lượng hoá học thu được sẽ được dùng để khử carbon dioxit (CO_2) thành dạng carbon hữu cơ dưới dạng đường đơn (glucose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Quá trình tổng hợp carbon hữu cơ (đường đơn) từ nguồn carbon vô cơ (CO_2) là một quá trình phản ứng quang hoá (quang hợp) phức tạp và có thể viết tóm tắt:



Để phản ứng quang hợp xảy ra được trong cơ thể thực vật cần có các nguyên liệu: carbon dioxit, nước, ánh sáng và một số các loại dinh dưỡng cũng như nguyên tố vi lượng. Quang hợp là phản ứng khử (carbon hóa trị +4 trong CO_2 giảm xuống -4 trong hợp chất hữu cơ). Năng lượng cho phản ứng khử được lấy từ năng lượng của ánh sáng và một phần năng lượng của ánh sáng được chuyển hoá thành năng lượng hoá học tích trữ trong hydrat carbon. Trong quá trình quang hợp khí oxy được tạo ra.

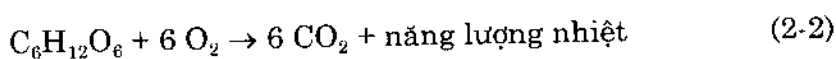
Đối với các nhà nuôi trồng thủy sản thì quá trình quang hợp của tảo mang ba ý nghĩa về mặt lợi ích:

Tạo ra nguồn năng lượng sơ cấp cho nuôi trồng thủy sản.

Tạo ra nguồn chất hữu cơ làm thức ăn cho loài nuôi.

Cung cấp lượng oxy dồi dào cho động vật hô hấp.

Đường đơn hình thành từ quá trình quang hợp được tiếp tục sử dụng để tổng hợp các chất hữu cơ cần thiết khác đối với thực vật nhằm thực hiện các chức năng trao đổi chất và xây dựng các tế bào. Ngoài ra thực vật còn phải thực hiện các chức năng: duy trì sự tồn tại, phát triển và sinh sản, năng lượng để duy trì các quá trình trên được lấy từ chất hữu cơ sinh ra từ quá trình quang hợp. Vì vậy chất hữu cơ chính là nguồn vật chất để xây dựng cơ thể thực vật và đồng thời là nguồn năng lượng. Quá trình thực vật sử dụng năng lượng từ chất hữu cơ để thực hiện các chức năng sinh hoá gọi là quá trình hô hấp. Về phương diện sinh thái thì hô hấp và quang hợp là hai quá trình ngược chiều nhau.



Hô hấp là phản ứng oxy hoá, oxy bị tiêu thụ và nhiệt được sinh ra.

Sinh trưởng và phát triển của các loài tảo phụ thuộc vào các yếu tố:

Định cư tập đoàn tảo trong ao hồ nuôi.

Năng lượng ánh sáng cần thiết cho quá trình quang hợp.

Sự đáp ứng nhu cầu các loại chất vô cơ.

Nhiệt độ của môi trường.

Sự định cư

Sự định cư tập đoàn tảo xảy ra một cách thụ động, ví dụ lan từ nguồn nước này sang nguồn khác do nước chảy, do gió hoặc từ nguồn bùn của các ao hồ khác. Tảo từ các nguồn bùn có vai trò lớn vì ngay cả khi bùn bị phơi khô lâu ngày tảo bám trên đó vẫn không chết và sống lại khi gặp điều kiện thuận lợi. Tảo cũng có thể lan truyền thông qua động vật: côn trùng, các loài chim nước, vịt, ngan. Tảo lục là loại đơn bào, nhỏ thường xuất hiện sớm nhất trong ao hồ do gió và không khí mang tới và do tỷ lệ giữa diện tích và thể tích cơ thể cao nên khả năng hấp thu thức ăn và ánh sáng cao hơn loại tảo có kích thước lớn, vì vậy tốc độ phát triển của các loại tảo bé nhanh. Sau giai

đoạn đầu định cư, tỷ lệ các loài tảo phụ thuộc vào sự cạnh tranh nguồn nuôi dưỡng chúng. Rất nhiều loài tảo có khả năng tồn tại dai dẳng trong những điều kiện không thuận lợi cho sự phát triển, chính chúng là nguồn tảo giống đối với các ao hồ sau khi tháo cạn và sử dụng tiếp cho các vụ nuôi trồng về sau.

Ánh sáng

Ánh sáng có vai trò quan trọng cho tảo phát triển. Năng lượng ánh sáng cần cho tảo là loại ánh sáng nhìn thấy có bước sóng nằm trong vùng 400–700 nm. Cường độ ánh sáng được thể hiện là dòng năng lượng của ánh sáng tới được trên 1 m² diện tích trong thời gian 1 giây ($\mu\text{E}/\text{m}^2.\text{s}$), microeinstein trên m² trên giây. Vì ánh sáng sẽ tắt dần khi xuyên qua lớp nước cho nên càng ở dưới sâu ánh sáng càng ít. Trong dải ánh sáng nhìn thấy có nhiều loại màu sắc. Ánh sáng màu đỏ (bước sóng lớn) bị nước hấp thụ mạnh nên tắt nhanh, ánh sáng màu vàng, lục, lam bị nước hấp thụ kém hơn cho nên truyền sâu hơn vào nước. Sắc tố màu hấp thụ ánh sáng của tảo chủ yếu là chlorophyll hấp thụ mạnh ánh sáng đỏ và lục. Vì vậy những loài tảo ở sâu trong nước là loài có sắc tố quang hợp phù hợp với khả năng hấp thụ ánh sáng có khả năng truyền sâu, tức là loại ánh sáng ít bị nước hấp thụ.

Cường độ ánh sáng cần thiết để tảo phát triển nằm trong khoảng 5–20 $\mu\text{E}/(\text{m}^2.\text{s})$, phụ thuộc vào loài tảo, tình trạng dinh dưỡng, nhiệt độ và các yếu tố khác. Để có một sự hình dung thô thiển về cường độ ánh sáng có thể dẫn ra số liệu sau: buổi trưa ngay tại vị trí sát mặt nước ở các vùng nhiệt đới, cường độ ánh sáng từ 200 đến 1600 $\mu\text{E}/(\text{m}^2.\text{s})$ tùy thuộc vào thời tiết. So sánh thô thiển các số liệu trên cho thấy để phát triển tảo chỉ cần khoảng 1% ánh sáng tự nhiên vào buổi trưa ở các vùng nhiệt đới. Độ sâu của lớp nước mà ánh sáng xuyên tới được 1% gọi là điểm cân bằng, tại đó quá trình quang hợp (sinh ra chất hữu cơ, quang hợp tổng thể) ngang bằng với quá trình hô hấp (chất hữu cơ bị tiêu hao do hô hấp). Sự phát triển thật sự của tảo là tốc độ sinh ra chất hữu cơ chính là hiệu số của quá trình quang hợp tổng thể và sự tiêu hao do hô hấp, lớp nước trên điểm cân bằng gọi là lớp thấu quang, trong lớp đó có sự phát triển thật sự của tảo.

Khi nguồn nước bị đục hay có màu, tảo phát triển chậm và chỉ xảy ra ở vài cm của lớp nước trên bề mặt.

Do phải sống ở dưới nước nên bộ máy quang hợp của tảo phải thích hợp với điều kiện thiếu ánh sáng và cũng vì lý do đó chúng sẽ bị ức chế khi ánh sáng quá mạnh. Ví dụ chúng bị ức chế một phần khi cường độ ánh sáng đạt $200 - 800 \mu\text{E}/(\text{m}^2.\text{s})$ và hoàn toàn ngừng quang hợp khi cường độ ánh sáng vượt $1400 \mu\text{E}/(\text{m}^2.\text{s})$.

Sự có mặt của tảo trong ao hồ tự chúng cũng điều hoà về mức độ ánh sáng trong nước. Ví dụ khi mật độ tảo cao sẽ che chắn bớt ánh sáng và hãm lại sự phát triển tiếp theo của tảo, quá trình quang hợp kém đi, ít sinh ra oxy. Quá trình đó được gọi là tạo ra “bóng mát”. Quá trình tạo bóng mát cũng ảnh hưởng đến thành phần loại tảo trong ao hồ. Ví dụ, dưới điều kiện “bóng mát” loại tảo lam phát triển được dưới điều kiện thiếu ánh sáng vì vậy tỷ trọng của chúng tăng lên. Một số loài tảo khi bị thiếu ánh sáng sẽ tìm cách nổi lên trên mặt nước bằng cách làm giảm khối lượng riêng của tế bào để thu được nhiều ánh sáng.

Nhu cầu các hợp chất vô cơ

Như đã trình bày ở trên, để phát triển tảo cần tới 12 nguyên tố đa lượng và 8 nguyên tố vi lượng. Tất cả các nguyên tố trên được tảo hấp thu từ môi trường nước (còn gọi là sự đồng hóa). Những chất cần thiết này tồn tại trong nước với nồng độ rất khác nhau, biến động liên tục và tỷ lệ giữa chúng cũng thay đổi và vì vậy tỷ lệ giữa các loài tảo trong một ao hồ cũng thay đổi theo thời gian. Giả sử trong một ao hồ nào đó có đầy đủ mọi chất cần thiết trừ một chất nào đó thì khi đưa thêm chất thiếu đó vào tảo sẽ phát triển nhanh, tuy vậy nếu vượt quá nhu cầu thì có thể có tác dụng gây độc. Sự phát triển của tảo chỉ thích hợp trong một khoảng nhất định nào đó, giống như trong trường hợp của cường độ ánh sáng.

Trong phần lớn các ao hồ, chất hay bị thiếu nhất là photpho và sau đó là nitơ (đạm). Nếu so sánh hàm lượng các nguyên tố có mặt trong nước cũng như trong tế bào của tảo thì cho thấy tỷ lệ hàm lượng photpho trong tảo so với trong nước biển là 3286 lần, trong

nước ngọt là 7667 lần. Tỷ lệ trên đối với nitơ so với nước biển là 3600, trong nước ngọt là 6000 lần. Điều ấy chứng tỏ nồng độ của photpho và nitơ trong nước biển cao hơn (gần gấp đôi). Bảng 2.2 ghi lại tỷ lệ giữa một số nguyên tố trong tế bào tảo và trong nước ngọt và nước biển. Tỷ lệ càng cao tức là nguyên tố đó càng thiếu đối với sự phát triển bình thường của tảo.

Bảng 2.2. Tỷ lệ (K) của một số nguyên tố trong tế bào của tảo và trong nước biển, nước ngọt

Nguyên tố	Giá trị K	
	Nước biển	Nước ngọt
P	3286	7667
N	3600	6000
Fe	2500	125
Mn	2000	133
Cu	667	100
Si	83	125
Zn	1,6	23
C	429	600
K	0,5	95
Ca	0,55	11
S	0,18	32
B	0,02	5
Mg	0,07	22,5
Na	0,14	304

Những số liệu trên mặc dù có tính đại diện nhưng không phải bất cứ ao hồ nào cũng có đặc trưng đó, chúng được xem là những số liệu định hướng vì mỗi loại tảo cũng có những thành phần hóa học khác nhau.

Yếu tố nhiệt độ

Tảo là loại thực vật dễ thích nghi với nhiệt độ. Một số loại có thể tồn tại và phát triển ở trong băng tuyết, một số có thể phát triển ở nhiệt độ khoảng 70°C. Nhiệt độ tối ưu cho tảo phát triển phụ thuộc vào từng loài cụ thể và phụ thuộc vào điều kiện ánh sáng, tình trạng dinh dưỡng. Đối với phần lớn các loài tảo, trong vùng nhiệt độ 5 - 25°C tốc độ tăng trưởng của tảo từ 1,8 đến 3 lần khi nhiệt độ tăng 10°C. Với loài tảo lam, nhiệt độ ẩm tạo điều kiện phát triển kém khó cạnh tranh được với các loại tảo khác.

2.2. TẢO VÀ NĂNG SUẤT THỦY SẢN

Trong các ao hồ nuôi chủ yếu dựa vào nguồn thức ăn tự nhiên (quả canh) người ta nhận thấy sự liên quan khá mật thiết giữa mật độ tảo và năng suất thủy sản. Trong các hồ ao nuôi thâm canh có bón phân hóa học hoặc hữu cơ thì mật độ tảo cao không phải lúc nào cũng thúc đẩy năng suất vật nuôi. Khi bón nhiều phân, quá trình quang hoá của thực vật để tạo ra sinh khối tăng chậm trong khi quá trình hô hấp tăng đều, tức là lượng sinh khối tảo dùng làm thức ăn thật sự giảm đi, kéo theo đó là năng suất thu được thấp. Một số nghiên cứu cho thấy mật độ tảo tối ưu trong ao hồ nuôi thả với độ sâu 1 - 1,5 m là khoảng 15 - 30 g/m³ (tương ứng với lượng chlorophyll là 300 - 600 mg/m³).

Mật độ tảo quá lớn tạo ra ít thức ăn là một khía cạnh, về mặt môi trường chúng gây ra một số tác hại:

Mật độ tảo cao dưới điều kiện ánh sáng đầy đủ tạo ra được nhiều oxy trong nước do quá trình quang hợp. Tuy vậy quá trình hô hấp cũng xảy ra đồng thời, nó trở nên vượt trội khi thiếu ánh sáng và vào ban đêm, hô hấp tiêu thụ nguồn oxy trong nước và làm cạn kiệt, lượng oxy sinh ra không đủ bù đắp do một phần đã bị bay vào không khí.

Một phần tảo bị chết lắng xuống đáy bị các loại vi sinh vật yếm khí hoặc tuỳ nghi phân hủy. Trong quá trình phân hủy vi sinh, ngoài thành phần khí dioxit carbon và một số khoáng chất vô cơ sinh

ra có lợi cho sự phát triển của tảo thì một số chất có hại như sunfua hydro (H_2S) loại khí có mùi trứng thối và amoni cũng sinh ra. Áp dụng các giải pháp để xử lý các yếu tố gây bất lợi kể trên là rất tốn kém, nếu không môi trường nước sẽ ảnh hưởng không thuận lợi cho sản xuất.

Trong các ao hồ nuôi sử dụng thức ăn tổng hợp là nguồn nuôi chủ yếu thì tảo cũng đóng một vai trò nhất định trong việc cung cấp dinh dưỡng và duy trì điều kiện môi trường thuận lợi cho thủy sản phát triển như cung cấp vitamin, một số nguyên tố vi lượng, cung cấp oxy, xử lý hợp chất nitơ.

Trong các ao hồ nuôi bằng thức ăn tổng hợp thường là dạng nuôi thâm canh, mật độ thủy sản cao. Để tăng sản lượng, thức ăn được sử dụng nhiều và nhiều khi ở mức dư thừa. Chất lượng thức ăn tốt chứa nhiều dinh dưỡng (khô đậu tương, xương, thịt vụn...). Do lượng thức ăn được tiêu thụ nhiều nên quá trình trao đổi chất trong cơ thể động vật diễn ra mạnh, lượng phân và các chất bài tiết xâm nhập vào nước là rất lớn, đặc biệt là hợp chất nitơ và photpho. Do lượng nitơ và photpho lớn nên tảo phát triển rất mạnh đôi khi không thể kiểm soát, dẫn đến thiếu oxy và tích lũy các độc tố trong nước gây thiệt hại cho sản xuất. Việc kiểm soát mật độ tảo trong ao hồ nuôi dùng nhiều thức ăn tổng hợp là rất khó khăn. Khác với các ao hồ sử dụng phân bón để khống chế mật độ, mật độ tảo trong ao hồ nuôi bằng thức ăn tổng hợp có nguồn gốc gián tiếp từ thức ăn mà nguồn này không thể giảm tùy tiện do ảnh hưởng tới năng suất. Giải pháp kiểm soát chất lượng nước trong trường hợp này không thể là ức chế (ví dụ như bón ít phân) quá trình mà là xử lý trực tiếp. Ví dụ để giải quyết nạn thiếu oxy do mật độ tảo lớn có thể sử dụng biện pháp sục khí cơ học thay vì giải quyết gốc vấn đề là mật độ tảo bằng cách diệt bớt tảo với hoá chất.

Mật độ tảo cao thường thấy trong các hồ nuôi có mật độ tôm cá cao, ấm nóng, sử dụng nhiều thức ăn, trong các hồ ao nuôi quảng canh hoặc bán thâm canh hoặc trên nền đất bạc màu thì mật độ tảo thấp. Mật độ tảo phụ thuộc nhiều vào chế độ dinh dưỡng trong ao hồ và thay đổi theo thời gian: thời điểm cho ăn nhiều hay ít và điều kiện khí hậu của mùa. Sự thay đổi theo thời gian mang hai đặc trưng: dài hạn và ngắn hạn.

Ao hồ có đầy đủ dinh dưỡng thì tính chất thay đổi dài hạn của mật độ tảo phụ thuộc vào cường độ ánh sáng và nhiệt độ, mật độ tảo cao về mùa hè và giảm dần về mùa đông. Ở các vùng nhiệt đới nóng ẩm sự thay đổi do các yếu tố trên là không đáng kể. Biến động mật độ tảo mang đặc trưng ngắn hạn là do thay đổi tỷ lệ các loài tảo trong ao hồ, sự thay đổi này càng lớn khi mật độ tảo cao và môi trường giàu dinh dưỡng. Sự biến động mật độ tảo mang đặc trưng ngắn hạn có ảnh hưởng lớn đến đời sống của động vật thủy sinh, gây ra các hiện tượng nổi váng, tảo chết hay hiện tượng nước nở hoa. Trong một vài trường hợp đặc biệt tảo có thể chết hoàn toàn trong thời gian 1- 2 ngày, khi đó nguồn nước nuôi hoàn toàn cạn kiệt oxy và trở thành môi trường chết. Sau khi tảo chết, bị phân hủy lại thải ra các chất dinh dưỡng để các giống tảo mới lại phát triển. Chu kỳ phát triển giữa loại tảo mới và cũ ảnh hưởng đến chất lượng nước, điều hay xảy ra đối với các ao hồ nuôi thâm canh bón nhiều phân hay sử dụng nhiều thức ăn, kết cục là môi trường bị ảnh hưởng, lợi nhuận bị giảm mạnh, trái với mong muốn tốt đẹp ban đầu.

Một trong những loài tảo đáng quan tâm trong các ao hồ nước ngọt là loại tảo lam (*Cyanobacteria*, *Blue-green algae*) vì nó thường chiếm tỷ trọng rất lớn trong tổng sinh khối tảo (có thể chiếm 70-75%). Ngoài ra tảo lam cũng là thành phần đóng góp vào hiện tượng nở hoa, tức là sự phát triển ồ ạt của tảo ở tại một thời điểm. Loại tảo này không phải là nguồn thức ăn tốt, nhả ra ít oxy, dễ tạo ra các lớp váng trên bề mặt, một số loài tiết ra các loại mùi vị khó chịu, thậm chí cả độc tố trong quá trình trao đổi chất.

Một số loài tảo lam có khả năng gây hiện tượng nước nở hoa có tốc độ phát triển tương đối chậm so với các loài khác. Trong điều kiện thiếu ánh sáng và nước lặng chúng dễ nổi lên mặt nước tạo thành các lớp váng, các lớp váng tiếp tục ngăn cản quá trình thẩm oxy từ khí quyển cũng như chỉ giới hạn quá trình quang hoá xảy ra trên lớp nước bề mặt, oxy sinh ra ở lớp nước bề mặt sẽ nhanh chóng bay vào không khí. Lớp váng bề mặt cũng dễ gây ra hiện tượng tảo chết hàng loạt và gây ra thiệt hại to lớn vì gây ra cạn kiệt oxy do không xảy ra quang hợp và phân hủy vi sinh lượng tảo chết.

Cũng do tốc độ sinh trưởng thấp nên gây ra hiện tượng thiếu thức ăn cho tôm cá trong các ao hồ nuôi quảng canh sống dựa vào nguồn thức ăn tự nhiên. Loài tảo lam này ít được các loài động vật phù du ưa chuộng dùng làm thức ăn do kích thước của chúng khá lớn và khả năng đồng hoá không cao trong cơ thể động vật.

Ảnh hưởng tiêu cực nhất của một số loài tảo lam là sinh ra mùi trong quá trình trao đổi chất, các chất này được cá hấp thu và tạo mùi khó chịu, ví dụ mùi bùn tanh của cá do geosmin và 2 - methylisoborneol gây ra. Rõ ràng sự có mặt của một số loài tảo lam là điều không mong muốn. Sự phát triển áp đảo của tảo lam có nhiều nguyên nhân chưa được làm rõ nhưng có thể nhận thấy rằng môi trường giàu dinh dưỡng (N, P) và ít ánh sáng là yếu tố thuận lợi. Các loại tảo lam có khả năng tự điều chỉnh độ chìm nổi và có thể hấp thụ được sóng ánh sáng mà các loài tảo khác không sử dụng, vì vậy chúng vẫn có thể phát triển trong điều kiện thiếu ánh sáng (do độ đục của nước, màu hay do mật độ tảo cao che chắn mất nhiều ánh sáng).

Tóm lại trong điều kiện nguồn nước giàu dinh dưỡng (N, P) tảo lam có điều kiện phát triển tốt, đó là điều không mong muốn vì chúng gây nhiều tác hại. Việc sử dụng phân bón hay thức ăn hợp lý sẽ làm giảm được mức độ phát triển của tảo lam.

2.3. NGUỒN CARBON TRONG AO HỒ NUÔI

Nguyên tố carbon là nền tảng của các chất hữu cơ, chuyển hoá nguồn carbon vô cơ thành carbon hữu cơ qua phản ứng quang hợp của thực vật chính là nguồn chất hữu cơ nền tảng của tất cả các cơ thể sống. Mặc dù không phải là yếu tố thiếu nhất trong ao hồ nuôi thủy sản nhưng nó cũng là chất rất quan trọng ban đầu tạo ra chuỗi thức ăn của các loài động vật thủy sinh. Carbon cũng đóng vai trò quan trọng trong các biện pháp quản lý chất lượng nước vì khi quá dư thừa carbon hữu cơ (tảo) sẽ gây ra sự phân hủy ảnh hưởng tới môi trường. Trong ao hồ nuôi, carbon có được từ hai nguồn: vô cơ và hữu cơ.

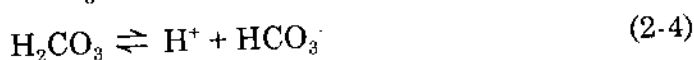
Nguồn carbon vô cơ

Trong ao hồ nguồn carbon vô cơ gồm: dioxit carbon (CO_2) axit carbonic (H_2CO_3), bicarbonat (HCO_3^-) và carbonat (CO_3^{2-}), các khoáng chứa carbonat như đá vôi CaCO_3 , dolomit $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$. Những hợp chất hoá học chứa carbon kể trên có liên quan mật thiết với nhau về mặt hoá học.

Khí dioxit carbon tồn tại trong không khí, sinh ra do quá trình đốt cháy, núi lửa và có khả năng tan tốt trong nước. Khi tan vào nước với nồng độ cỡ khoảng 0,2% thì sẽ tạo ra axit carbonic H_2CO_3 .



Axit carbonic là một loại axit rất yếu nên bị phân ly, độ phân ly càng cao khi pH của môi trường càng lớn. Ví dụ khi pH của môi trường là 4,3 thì hầu như tất cả axit carbonic đều tồn tại ở dạng trung hoà H_2CO_3 . Tiếp tục nâng pH của nước (cho thêm kiềm) thì axit bị phân ly thành HCO_3^- và H^+ :



Tại pH = 6,3 thì H_2CO_3 chiếm 50% và HCO_3^- chiếm 50%, và nếu tiếp tục tăng pH thì tiếp tục phân ly:



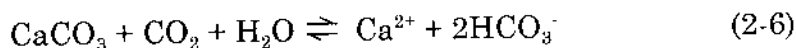
Khi pH đạt 8,3 thì trong nước sẽ không còn H_2CO_3 nữa mà khi đó chỉ còn lại HCO_3^- và CO_3^{2-} bắt đầu hình thành.

Tại 25°C, nước cất hoà tan CO_2 từ khí quyển với nồng độ đạt 0,46 g/m³, khi đó pH của nước cất sẽ giảm xuống đến 5,68. Bằng cách nào đó, ví dụ sục thêm khí CO_2 vào nước, pH của nước tiếp tục giảm, ví dụ khi vùng nồng độ CO_2 là 30 g/m³ thì pH của nước sẽ là 4,8, khi tiếp tục tăng CO_2 trong nước, pH sẽ giảm tiếp nhưng rất chậm và không thể thấp hơn 4,5.

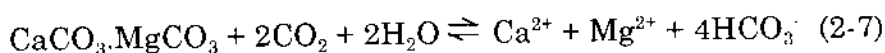
Bicarbonat hình thành từ sự phân ly của axit carbonic (xem biểu thức 2.4) có nguồn gốc từ khí CO_2 từ không khí và từ quá trình hô hấp của động vật, thực vật cũng như sự phân hủy yếm khí, thiếu khí các chất hữu cơ của các loại vi sinh vật dị dưỡng. Trong điều kiện

bình thường bicarbonat là thành phần chính gây ra độ kiềm của nước. Tuy vậy bicarbonat trong nước có nguồn gốc từ đá vôi và dolomit do quá trình hoà tan.

Hoà tan từ đá vôi:



Hoà tan từ dolomit:



(Dolomit là loại khoáng kép thuộc muối carbonat của canxi và magie).

Cùng nguồn gốc là CO_2 khi có mặt trong nước dưới điều kiện pH nhất định, các hợp chất carbon vô cơ có thể tồn tại ở các dạng H_2CO_3 , HCO_3^- và CO_3^{2-} . Khi pH tăng thì tỷ lệ HCO_3^- và CO_3^{2-} tăng lên. Để tăng pH có thể đưa thêm xút (NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 , vôi tôi $\text{Ca}(\text{OH})_2$...), quá trình quang hợp ngoài tạo ra đường đơn và oxy còn tạo ra nhóm OH^- , nhóm OH^- cũng làm tăng pH của môi trường. Trong các hồ ao có nhiều tảo vào mùa nắng pH của nước thường khá cao.

Lượng carbonat và bicarbonat trong nước chính là độ kiềm của nước, nó có đặc tính “đệm”, tức là khi có mặt, nó kìm hãm mức độ tăng hay giảm pH của nước khi cho thêm kiềm hay axit vào nước. Khả năng hãm pH thay đổi phụ thuộc vào độ kiềm của nước. Có thể tóm tắt về hợp chất carbon vô cơ, chất đóng vai trò nguyên liệu cho quá trình quang hợp của thực vật như sau:

Đưa khí dioxit carbon vào nước có thể giảm pH của môi trường xuống đến 4,5- 4,8.

Tại pH = 6,3 lượng axit carbonic và bicarbonat trong hệ bằng nhau, tức là mỗi thành phần chiếm một nửa của tổng số carbon vô cơ.

Tại pH = 8,3 axit carbonic hầu như không tồn tại và thành carbonat.

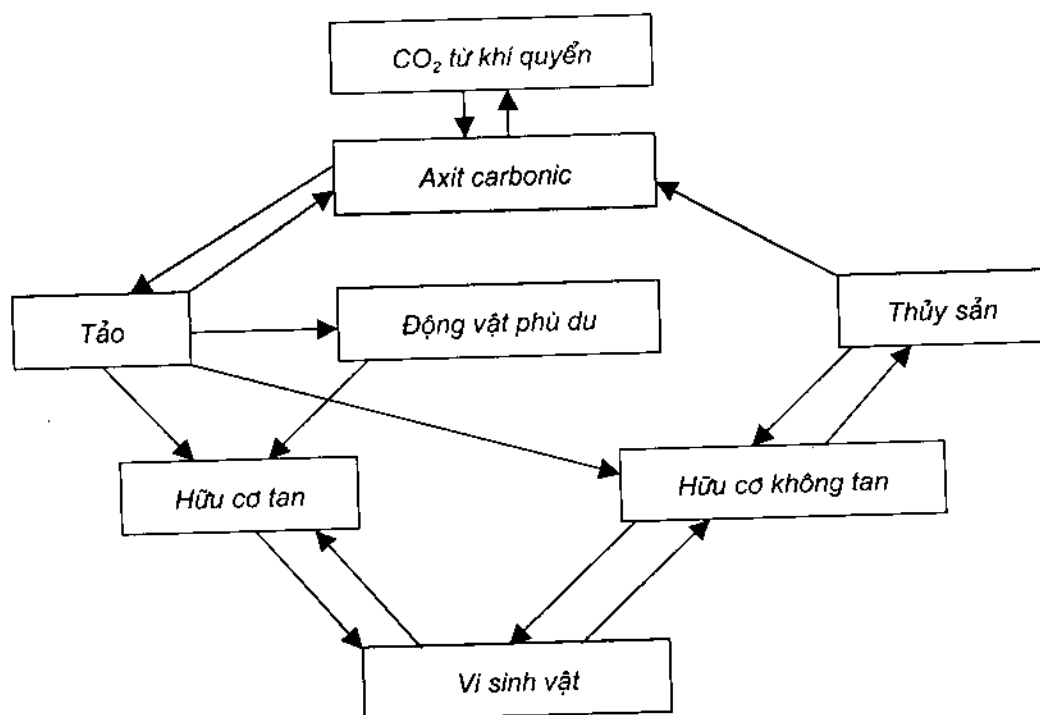
Tại pH = 10,3 lượng bicarbonat và carbonat ngang nhau.

Nguồn carbon hữu cơ

Trong ao hồ tồn tại tới cả ngàn hợp chất hữu cơ từ quá trình phân hủy thực vật, động vật trên mặt đất hay trong nước. Các hợp chất hữu cơ có thể ở dạng tan hoặc không tan. Các hợp chất hữu cơ tan có nhiều loại như axit humic, fulvic, lignin, đường, protein, axit amin, mỡ. Phần lớn chúng bị phân hủy từ dạng hợp chất carbon không tan. Hợp chất hữu cơ không tan bao gồm: thực vật phù du, động vật phù du, côn trùng, các loại thủy thực vật, vi sinh vật, mùn. Mùn phần lớn là các xác chết động và thực vật.

Chu trình carbon trong ao hồ nước

Tương tác, chuyển hoá giữa các dạng carbon trong các hồ ao nuôi trồng thủy sản có thể mô tả qua hình 1.



Hình 1. Chu trình carbon trong ao hồ nuôi thủy sản

Chu trình carbon trong ao hồ nuôi mô tả trên là sự đơn giản hoá rất nhiều, tuy vậy một điều dễ nhận thấy nhất là lượng carbon được sử dụng để tạo ra chất hữu cơ, nguồn thức ăn cho các loài động vật thủy sinh có tính chất chu kỳ kín.

2.4. NGUỒN NITƠ TRONG AO HỒ

Nitơ là một trong các chất dinh dưỡng quan trọng nhất để thúc đẩy tăng trưởng trong ao hồ vì nó là thành phần cơ bản của protein và các thành phần khác của tế bào nguyên sinh. Thủy động vật sử dụng nguồn nitơ từ thức ăn tự nhiên hay tổng hợp. Đối với các ao hồ nuôi tự nhiên lượng nitơ cung cấp cho động vật thủy sinh trông chờ vào nguồn tự nhiên thường là không đủ.

Trong các ao hồ nuôi bằng thức ăn tổng hợp thì nitơ dưới dạng protein không chỉ là nguồn dinh dưỡng cho động vật mà còn là chất thải đáng kể do quá trình trao đổi chất của động vật. Trong trường hợp thức ăn dư thừa thì nitơ bị phân hủy và gây độc cho môi trường nước. Hợp chất nitơ thải ra do quá trình trao đổi chất và thừa thức ăn có thể dẫn đến sự phát triển quá mức cần thiết của tảo và sẽ dẫn đến sự hình thành hai hợp chất nitơ độc đối với thủy sản là amoni (amoniac) và nitrit, mức độ độc hại của hai hợp chất nitơ kể trên phát huy ngay cả ở mức nồng độ thấp. Nguồn nước nuôi chứa nhiều hợp chất nitơ từ các hồ ao nuôi cũng gây hại cho các nguồn nước xung quanh khi thải ra ngoài.

Trong nước nitơ tồn tại ở các dạng: khí nitơ tan trong nước, các hợp chất nitơ vô cơ như amoni, nitrat, nitrit và các hợp chất hữu cơ như axit amin, protein, urin.... Thành phần chủ yếu của khí quyển là khí nitơ (78%), độ tan của khí nitơ thấp, bằng khoảng 50% so với khí oxy và 2% so với khí dioxit carbon. Tuy độ tan của nitơ không cao nhưng áp suất riêng phần trong khí quyển lớn nên nồng độ của khí nitơ trong nước cũng không thấp. Độ tan phụ thuộc vào nhiệt độ và độ muối của nước: tan ít ở nhiệt độ và nồng độ muối cao. Trong khoảng nhiệt độ 15 – 30°C, hàm lượng muối tới 35 phần ngàn (mức độ mặn của nước biển), lượng nitơ hoà tan trong nước nằm trong

khoảng 10 – 16 gN₂/m³. Khí nitơ không phải là chất cần thiết cho động vật và thực vật, trừ một số loại vi sinh vật có khả năng cố định đạm. Nitơ chỉ trở thành dinh dưỡng khi nó ở trong các loại hợp chất hoá học, đối với thực vật các hợp chất nitơ có giá trị dinh dưỡng là các hợp chất vô cơ như amoni – amoniac, nitrit, nitrat, từ các hợp chất nitơ vô cơ thực vật sẽ đồng hoá và tạo ra một loạt các chất hữu cơ chứa nitơ sử dụng làm chất dinh dưỡng cho động vật.

Amoni - Amoni

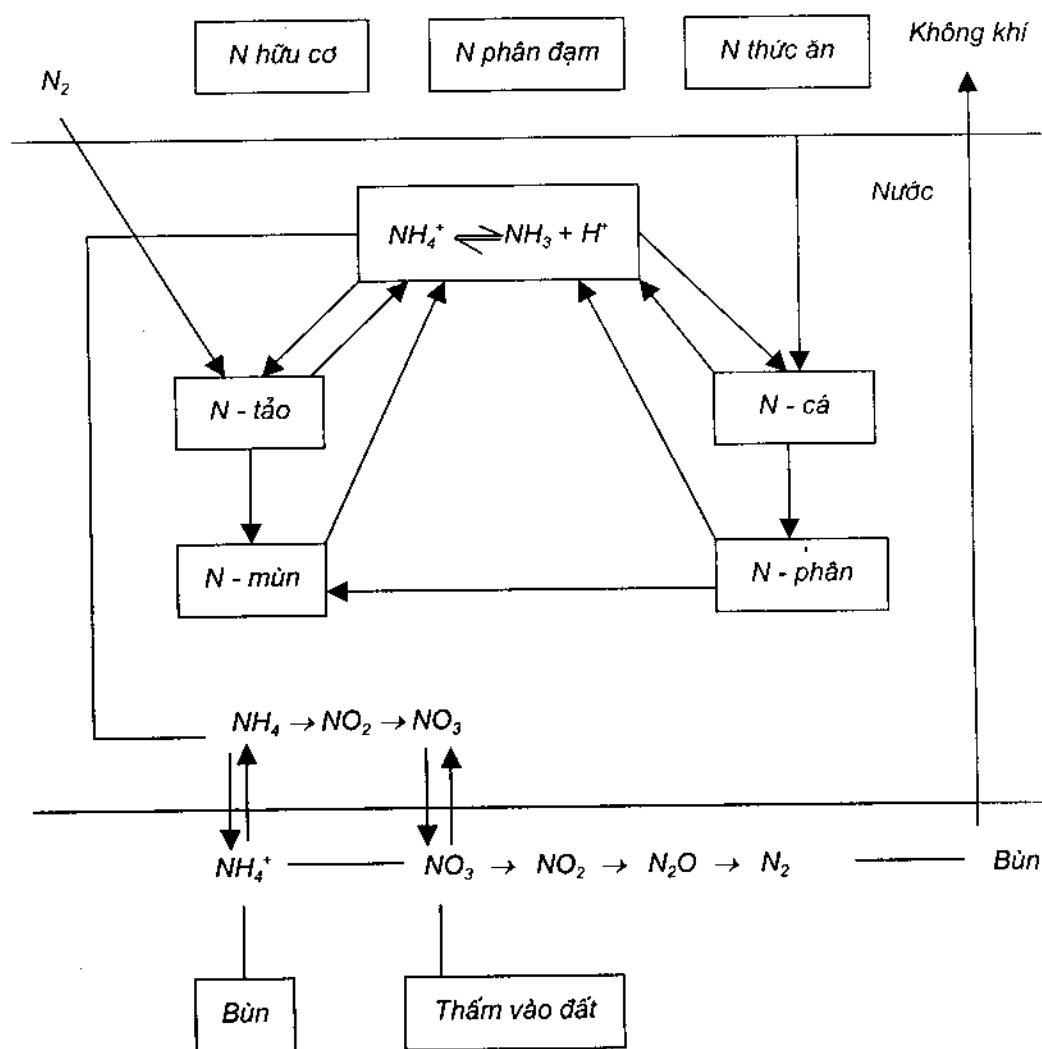
Trong các ao hồ nuôi thâm canh, amoni (NH₄⁺) thường có mặt với nồng độ khá cao, nó có độc tính đối với thủy sản. Do amoniac, NH₃, là một bazơ yếu nên khi tồn tại trong môi trường nước nó có thể tồn tại ở dạng trung hoà là amoniac NH₃ hoặc ở dạng tích điện dương là amoni NH₄⁺. Đối với các loài thủy sản thì dạng trung hoà có tính độc cao hơn nhiều so với loại tích điện dương. Tỷ lệ giữa amoni và amoniac trong nước phụ thuộc vào pH và nhiệt độ của nước. Cân bằng giữa hai dạng hợp chất trên được mô tả như sau:



Biểu thức (2.8) cho biết, tại 25°C khi pH = 7,25 thì hầu như 100% lượng amoniac trong nước nằm ở dạng NH₄⁺, còn tại pH = 11,25 (cách pK_A hai đơn vị pH) thì gần như toàn bộ nằm ở dạng trung hoà NH₃, tức là amoniac. Với cùng pH khi nhiệt độ tăng thì tỷ lệ của dạng trung hoà amoniac cũng tăng theo. Ví dụ tại pH = 8,0 ở nhiệt độ 16, 20, 24, 28 và 32°C, thành phần của amoniac chiếm 2,8; 3,8; 4,9; 6,5 và 8,7% của tổng số amoni - amoniac. Tỷ lệ NH₃/NH₄⁺ cũng phụ thuộc vào độ muối của nước, độ mặn càng cao thì tỷ lệ NH₃/NH₄⁺ càng thấp, tuy vậy sự thay đổi rất nhỏ. Ví dụ tại pH = 8,0 trong nước ngọt tỷ lệ trên là 4,9%, tại nước có độ mặn 18 – 22; 23 – 27; 28 – 31 phần ngàn thì tỷ lệ trên là 4,5; 4,3 và 4,2%.

Chu trình của nitơ trong ao hồ nuôi

Sự biến đổi giữa các dạng nitơ trong ao hồ được mô tả một cách sơ lược trong hình 2.



Hình 2. Chu trình nitơ trong ao hồ nuôi

Các quá trình xảy ra trong chu trình nitơ trong ao hồ phần lớn là các quá trình oxy hoá khử sinh hoá, trong đó hoá trị của nguyên tố nitơ thay đổi từ +5 (trong NO_3^-) đến -3 (trong NH_3). Vì chủ yếu là quá trình sinh hoá nên mức độ biến đổi giữa các dạng hợp chất của nitơ phụ thuộc vào hoạt tính vi sinh xảy ra trong môi trường và các quá trình xảy ra thường độc lập với nhau.

Một số quá trình chính tham gia vào chu trình nitơ trong ao hồ có thể mô tả tóm tắt như sau:

Quá trình cố định đạm

Đạm mà sinh vật cần là dạng hợp chất tạo thành qua quá trình biến đổi từ khí nitơ thành các hợp chất nitơ mà cơ thể sinh vật có thể hấp thu được. Phương thức đầu tiên có thể kể đến là sự hình thành các dạng nitơ oxit (N_2O , NO , NO_2 , NO_x) từ khí nitơ và oxy trong khí quyển do hiện tượng phóng điện (sấm, sét). Cố định đạm do các loại vi sinh vật cộng sinh trong các nốt sần của họ đậu và một số loài thực vật không thuộc họ đậu, hoặc của một số loài vi sinh tự do và tảo lam. Sản xuất các loại phân đạm trong công nghiệp. Trừ phương pháp phóng điện cung cấp không đáng kể hợp chất nitơ cho các ao hồ còn các quá trình khác đều có vai trò trong từng hoàn cảnh cụ thể. Cố định đạm trong các ao hồ bởi loại vi khuẩn cộng sinh trong rễ đậu có vai trò nhất định vì các thức ăn tổng hợp thường chứa khô đậu tương. Vi khuẩn cố định đạm trong đậu khử khí N_2 về dạng amoniac và từ đó tạo ra axit amin. Quá trình cố định đạm do vi khuẩn được xúc tác bởi enzym nitrogenase và năng lượng dùng cho quá trình khử lấy từ nguồn carbohydrat của cây chủ. Đó chính là cơ chế cộng sinh giữa thực vật và vi khuẩn trong quá trình cố định đạm. Cố định đạm do các loại vi sinh vật tự do và tảo lam cũng theo phương thức tương tự, chỉ khác ở điểm là năng lượng khử nitơ thì chính bản thân chúng phải tự đảm nhận. Cố định đạm của tảo lam là nguồn dinh dưỡng đáng kể đối với một số nguồn nước tự nhiên. Một số loài tảo lam có khả năng cố định đạm là *Anabaena Aphanizomenon*, loại sinh ra các dị bào, các dị bào bao quanh hệ enzym cố định nitơ. Giống như các loài vi khuẩn cộng sinh, tảo lam cố định đạm thuộc loại tùy nghi và bị ức chế khi có mặt của amoniac và nitrat. Điều đó đồng nghĩa với khả năng cố định đạm sẽ kém trong các ao hồ có bón phân hoá học, phân hữu cơ hay thức ăn tổng hợp. Một số kết quả nghiên cứu cho thấy cố định đạm do tảo lam trong các hồ nuôi có cho thức ăn tổng hợp chỉ đóng góp được khoảng 10%. Nguồn đạm từ phân bón hoặc từ thức ăn tổng hợp sẽ giữ vai trò chủ đạo trong phương thức nuôi trồng thâm canh.

Bón phân và cho thức ăn

Nguồn dinh dưỡng đạm cho ao nuôi chủ yếu là nguồn nhân tạo: phân đạm hoá học, phân hữu cơ giàu đạm hoặc thức ăn tổng hợp. Với các ao hồ nuôi thâm canh sử dụng tảo làm nguồn thức ăn chính, lượng phân bón sử dụng có thể từ 400 – 2000 gN/(m².ngày). Với các ao hồ nuôi quảng canh, bán thâm canh lượng phân dùng ít hơn hoặc không sử dụng. Trong các ao hồ nuôi bằng thức ăn tổng hợp, đạm cung cấp cho động vật thủy sinh chính là protein trong đó. Thông thường tôm cá hấp thu được khoảng 25% đạm hay 75% lượng đạm bị phân tán vào nước dưới dạng chất thải khác nhau. Lượng đạm thải vào nước chủ yếu là amoniac, chiếm tới 80% chính là chất bài tiết từ động vật, một số chất bài tiết khác như urin cũng sẽ nhanh chóng thủy phân thành amoniac trong điều kiện môi trường nước nuôi trồng. Nitơ trong môi trường nước cũng có thể ở dạng phân hay thức ăn thừa nhưng cũng nhanh chóng chuyển hoá thành dạng amoniac.

Hấp thu đạm của thủy thực vật

Tảo là nguồn tiêu thụ lượng đạm vô cơ (amoniac, nitrit, nitrat) mạnh nhất trong môi trường nuôi, trong các thành phần đạm vô cơ thì tảo ưa nhất là amoniac, chúng có thể làm giảm nồng độ của các chất trên tới 1 – 2 mgN/m³. Nitrit và nitrat cũng được tảo hấp thu nhưng trước khi đồng hoá thành thành phần tế bào (axit amin) chúng bị khử về thành amoniac. Để khử, có thể tảo cần phải sử dụng năng lượng, vì thế chúng ít được “ưa chuộng” so với amoniac. Tốc độ tiêu thụ amoniac tỷ lệ thuận với quá trình tăng sinh khối tảo. Cụ thể, mức tiêu thụ hợp chất nitơ vô cơ giảm khi cường độ ánh sáng thấp, nhiệt độ thấp hay do thiếu hụt các yếu tố dinh dưỡng khác. Tốc độ tiêu thụ amoniac cũng mang tính chu kỳ ngày đêm – ban ngày mạnh, ban đêm yếu. Người ta thử tìm cách tính toán tốc độ tiêu thụ amoniac trong ao hồ thông qua tỷ lệ C : N : P = 42 : 7 : 1 trong tế bào của tảo, với cách tính đó, lượng amoniac tiêu thụ nằm trong một dải rất rộng: 80 – 800 gN/(m².ngày).

Quá trình khoáng hoá

Trong ao hồ nuôi, một lượng đáng kể chất rắn chứa đạm lắng đọng ở đáy hồ: tảo chết, phân, thức ăn thừa. Lượng đạm trong đó tích tụ một phần trong bùn nhưng phần lớn thì bị phân hủy và thải lại vào nước. Các chất hữu cơ chứa đạm một phần phân hủy trong nước nhưng phần lớn phân hủy ở lớp bùn trên. Trước tiên các chất thải rắn bị vi sinh vật phân hủy thành các chất tan, protein giải phóng ra qua quá trình phân hủy sẽ tiếp tục thủy phân thành axit amin và amoniac. Quá trình phân hủy chất rắn tới amoniac nêu trên gọi là khoáng hoá chất hữu cơ, bước phân hủy axit amin thành amoniac gọi là bước amoniac hoá hay thủy phân thành amoniac. Khoáng hoá xảy ra nhanh ở nhiệt độ cao (không quá 40°C) và tại vùng pH kiềm nhẹ. Khoáng hoá các chất rắn còn mới (tươi) với tốc độ không khác nhau nhiều dưới điều kiện yếm khí hoặc hiếu khí và nhiều amoniac sinh ra khi thức ăn tổng hợp giàu đạm. Với các loại thức ăn nghèo đạm (tỷ lệ C : N $\geq$ 30) thì amoniac sinh ra ít vì chính các loại vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ hấp thụ phần lớn lượng amoniac sinh ra. Lượng amoniac sinh ra lại được tảo hấp thụ để xây dựng các tế bào mới (sinh khối tảo). Chu trình khép kín của nitơ bao gồm: quang hợp tảo – tế bào chết – khoáng hoá – tái sử dụng amoni của tảo là chu trình quan trọng trong ao hồ nuôi trồng thủy sản.

Hấp thụ amoniac trong bùn

Bùn trong các ao hồ nuôi chủ yếu là các loại khoáng sét vô cơ và các loại mùn hữu cơ. Khả năng hấp phụ hay thu giữ của chúng đối với amoniac rất yếu. Điều này là có lợi, hạn chế được sự thất thoát ngấm xuống đất và amoniac được hoàn trả lại vào nước khi các hạt bùn được phân tán lại vào nước nhưng khả năng xử lý amoni của chúng thì lại không đáng kể đối với các ao hồ có nồng độ amoniac cao.

Bốc hơi amoniac

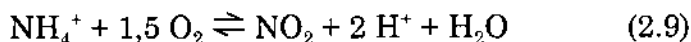
Amoniac dạng trung hoà có khả năng bay hơi vào khí quyển, tuy vậy do độ tan của nó trong nước rất cao nên khả năng bay hơi là không đáng kể. Tốc độ bay hơi của amoniac được tăng cường khi nồng độ của nó cao ở trong nước, pH cao và khả năng khuấy đảo (sóng, gió) mạnh.

Quá trình nitrat hoá

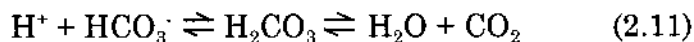
Nitrat hoá được hiểu là quá trình oxy hoá amoniac thành nitrit và nitrat bao gồm hai giai đoạn: oxy hoá tới nitrit do chủng vi sinh *Nitrosomonas* và từ nitrit tới nitrat do chủng vi sinh *Nitrobacter*. Cả hai chủng vi sinh thực hiện phản ứng oxy hoá trên đều thuộc loại tự dưỡng, tức là nguồn carbon để xây dựng tế bào của chúng cũng giống như loại tảo. Sản phẩm trung gian nitrit có tính độc đối với nhiều loại thủy động vật.

Để có thể thực hiện quá trình chuyển hoá từ amoniac thành nitrit và nitrat, ngoài thành phần nitơ, photpho, carbon vô cơ được vi sinh vật tự dưỡng sử dụng để xây dựng tế bào, chúng còn cần oxy và độ kiềm của nước: để oxy hoá amoniac đến nitrit cần khoảng 3,4 gO₂/1 g N-NH₄ và cần khoảng 4,6 gO₂/1 gN-NH₄ để oxy hoá đến nitrat. Độ kiềm chỉ cần thiết cho phản ứng đến nitrit, bước sau không tiêu thụ kiềm.

Phản ứng oxy hoá trên về phương diện hoá học có thể viết:



Do sinh ra proton H⁺ nên pH của môi trường giảm, độ pH giảm mạnh khi độ kiềm (HCO₃⁻) thấp và giảm ít khi độ kiềm cao do khả năng “đệm” của kiềm.



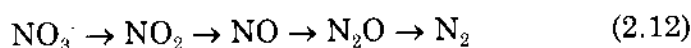
Vi sinh vật tự dưỡng oxy hoá amoniac có tốc độ phát triển rất chậm, hiệu suất sinh khối đạt thấp nằm trong khoảng 0,11 - 0,2 g sinh khối/1 g N-NH₃. Nhiệt độ cao (dưới 35°C) thúc đẩy tốc độ phát triển vi sinh, vùng pH tối ưu là khoảng 7,5 - 8,5.

Quá trình nitrat hoá xảy ra như đã mô tả ở trên trong điều kiện đầy đủ khí oxy trong nước (2 - 4 gO₂/m³), khi thiếu oxy thì khả năng tồn tại hợp chất nitrit cao (độc), khi đủ oxy thì nồng độ của nitrit ít khi vượt 0,5 mg/l (mg/l = g/m³).

Trong các ao hồ nuôi trồng thủy sản, quá trình nitrat hóa xảy ra không mạnh do vi sinh vật phát triển chậm, tảo hấp thu amoniac nhanh vì vậy khả năng nitrat hoá chỉ nằm trong khoảng từ 25 đến 50 g/(m².ngày), thậm chí có số liệu cho rằng dưới 1 g/(m².ngày).

Quá trình khử nitrat

Khử nitrat là quá trình khử nitơ dạng hoá trị dương (dạng oxit nitơ NO₃, NO₂, NO, N₂O) về hoá trị không là khí nitơ (N₂). Đảm nhận quá trình này là chủng loại vi sinh dị dưỡng:



Để quá trình khử xảy ra, môi trường cần phải có ít oxy (thiếu khí) và một lượng chất hữu cơ nhất định (~ 3 gCOD/1 gNO₃). Vì lý do đó nên quá trình thường xảy ra ở lớp bùn đáy ao. Nhiệt độ và pH tối ưu để khử nitrat là 25 - 35°C và pH = 6 - 8.

Biến động hay động thái của nitơ trong ao hồ

Tồn tại và chuyển hoá của các dạng nitơ trong ao hồ, nuôi thủy sản của các hợp chất nitơ rất phức tạp và chắc chắn là khác nhau trong từng ao hồ cụ thể vì chúng phụ thuộc vào lượng và chất lượng của nguồn đầu vào, vật nuôi, điều kiện thời tiết, mức độ thay đổi nước. Những nội dung trình bày sau đây chỉ có tính chất định tính sơ bộ nhưng hàm chứa những nét chung nhất về các chu trình chuyển hoá giữa các dạng nitơ. Điểm phân biệt đầu tiên là ao hồ có bón phân hoá học hay phân hữu cơ hoặc ao hồ có sử dụng thức ăn tổng hợp. Từ phân biệt sơ bộ trên sẽ dẫn tới hai đặc trưng: trao đổi chất của tảo trong ao hồ là quá trình áp đảo và chu trình nitơ kín trong ao hồ là một khâu trong động thái ao hồ.

Trong trường hợp sử dụng phân bón vô cơ có kết hợp với phân bò để bón với mức độ đáp ứng được nguồn tảo gần mức thoả mãn tối đa cho động vật thủy sinh (các loại cá). Trong trường hợp ao hồ đạt được trạng thái "ổn định" thì sự phân bố các nguồn nitơ được xác định như sau (bảng 2.3).

Bảng 2.3. Cân đối nguồn nitơ trong ao hồ bón phân

Nitơ đầu vào	gN/(m ² .ngày)
Phân hữu cơ + vô cơ	0,4
Bài tiết từ cá	0,1
Từ bùn ao	0,1
Từ tảo hô hấp + khoáng hóa	0,7
Từ các nguồn khác	0,1
Tổng	1,4
Nguồn tiêu thụ nitơ	gN/(m ² .ngày)
Tảo hấp thu	1,3
Mất mát khác (bay hơi, khử nitrat, thấm)	0,1
Tổng	1,4

Từ bảng 2.3 cho thấy nguồn đạm tảo hấp thu cao hơn nhiều so với đạm đưa vào từ nguồn phân. Đạm từ phân chỉ chiếm khoảng 30% lượng tảo hấp thu để phát triển (0,4/1,4). Nguồn nitơ còn lại được lấy từ các chu trình kín của ao hồ: 0,1 g (7%) từ các chất bài tiết, và từ bùn ao 0,7 g (50%) từ quá trình hô hấp và khoáng hoá (kể cả sự phân hủy của tảo chết). Vậy gần 70% đạm dùng để duy trì sự phát triển của tảo có nguồn gốc từ sự “quay vòng” lượng đạm trong nội bộ ao. Trong trạng thái ổn định của ao nuôi bón phân mà trong đó nguồn thức ăn sử dụng là tảo thì lượng phân bón đưa vào chỉ là lượng “bù” vào sự thiếu hụt.

Từ các kết quả trên cho thấy trong thực tiễn sản xuất lượng phân bón chỉ sử dụng nhiều vào lúc ban đầu (ít nhất đúng với trường hợp bón phân đạm) sau đó cần giảm bớt khi tốc độ quay vòng theo chu trình kín tăng lên.

Bằng biện pháp ức chế chu trình kín của nitơ trong ao hồ thì sự cân đối về nguồn nitơ xảy ra như sau (bảng 2.4):

Bảng 2.4. Cân đối nguồn nitơ trong ao hồ nuôi khi bón phân mà không có sự tham gia của chu trình kín

Nitơ đầu vào ao hồ	gN/(m ² .ngày)
Từ phân bón hóa học, hữu cơ	0,4
Từ các nguồn khác	0,1
Tổng	0,5
Nguồn tiêu thụ nitơ	gN/(m ² .ngày)
Lắng	0,4
Cá hấp thu	0,1
Mất mát khác	0,1
Tổng tiêu hao	0,6

Sự chênh lệch giữa nitơ đầu vào và tiêu thụ nằm trong phạm vi biến động và sai số trong sản xuất, tuy nhiên từ số liệu của bảng 2.4 cho thấy lượng đạm được sử dụng có hiệu quả chỉ chiếm khoảng 20%, đó cũng là hiệu quả thông dụng trong các ao hồ bón phân.

Ở các hồ ao nuôi bằng thức ăn tổng hợp, sự hình thành và biến động amoniac là đặc trưng rất đáng chú ý. Sự hình thành amoniac có từ hai nguồn chính: từ chất bài tiết của vật nuôi và từ sự phân hủy (khoáng hoá) các chất rắn từ đáy hồ như tảo chết, phân, thức ăn dư thừa. Các nguồn khác như cố định đạm hay thấm từ không khí được xem là không đáng kể. Lượng amoniac bị hao hụt chủ yếu do hai quá trình: do tảo hấp thu và quá trình nitrat hoá. Kết quả đánh giá hàm lượng amoniac trong các ao nuôi cá da trơn cho thấy sự thay đổi nồng độ amoniac theo thời tiết trong năm: thấp nhất về mùa hè (nhỏ hơn 1 g/m³) và cao nhất về mùa đông (lớn hơn 2 g/m³). Sự thay đổi nồng độ amoniac trong ao nuôi có liên quan mật thiết đến lượng thức ăn sử dụng và khả năng hấp thu của tảo. Về mùa hè lượng amoniac sinh ra từ chất bài tiết có thể tới hơn 250 gN/(m².ngày), từ phân hủy bùn trên 100 gN/(m².ngày). Về mùa đông dưới điều kiện nhiệt độ thấp, quá trình trao đổi chất của cá xảy ra chậm nên lượng thức ăn được sử dụng ít hơn nhiều so với mùa hè. Thông

thường người ta dễ nghĩ rằng năng lượng amoniac trong nước sẽ cao về mùa hè và thấp về mùa đông. Tuy vậy khả năng hấp thu amoniac của tảo rất khác nhau theo mùa: về mùa đông, nhiệt độ thấp, ngày ngắn, ít ánh sáng tảo chỉ có thể hấp thu không quá $50 \text{ gN}/(\text{m}^2.\text{ngày})$, trong khi về mùa hè, với điều kiện thuận lợi cho thấy quá trình quang hợp của tảo có thể hấp thu tới trên $350 \text{ gN}/(\text{m}^2.\text{ngày})$. Vì vậy nồng độ amoniac trong nước về mùa hè thấp hơn về mùa đông ngay cả khi lượng thức ăn sử dụng lớn.

Lượng amoniac sinh ra từ quá trình khoáng hoá chiếm khoảng 25 - 33% chủ yếu từ tảo chết. Điều đó nói lên vai trò của chu trình kín của nitơ ngay cả trong ao nuôi bằng thức ăn tổng hợp.

Trong quá trình nuôi trồng thủy sản nồng độ amoniac có xu hướng tăng khi:

Tăng lượng thức ăn tổng hợp do cá lớn lên và kéo theo nó là lượng chất bài tiết tăng.

Mật độ nuôi cao.

Hàm lượng đạm trong thức ăn tổng hợp cao.

Một đặc trưng quan trọng khác là hàm lượng nitrit trong ao hồ nuôi, nitrit tích tụ nhiều trong ao về mùa xuân và mùa thu. Nguyên nhân của hiện tượng là: để xảy ra quá trình nitrat hoá cần đồng thời hai yếu tố: đủ amoniac và nhiệt độ ấm. Vào mùa đông, hàm lượng amoniac cao nhưng nhiệt độ thấp, vào mùa hè nhiệt độ cao nhưng nồng độ amoniac thấp, chỉ vào mùa xuân và mùa thu thì cả hai điều kiện trên mới có khả năng thoả mãn vì vậy quá trình nitrat hoá diễn ra thuận lợi và nồng độ nitrit trong ao hồ thường là cao so với các mùa khác.

2.5. NGUỒN PHOTPHO TRONG AO HỒ

Photpho là một trong những yếu tố thiết yếu của cây trồng, trong các nguồn nước tự nhiên thường có nồng độ thấp, vì vậy khi đưa

thêm photpho vào nước sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho tảo phát triển. Đối với phần lớn các ao nuôi, khi bón thêm lân thì năng suất thủy sản tăng. Nồng độ photpho trong các ao hồ nuôi thường lớn hơn các nguồn nước tự nhiên khác nên khi thải dễ gây ô nhiễm. Do vai trò quan trọng của nó nên việc xem xét sự biến động của photpho trong ao hồ nuôi là rất cần thiết.

Dạng tồn tại của photpho trong ao hồ

Photpho (P) trong gốc photphat (PO_4^{3-}) của axit photphoric gọi là dạng photphat đơn, nó tồn tại ở 3 dạng tùy theo pH của môi trường nước.



Vì là một axit yếu có khả năng phân ly kém thành các ion và vì vậy nó phụ thuộc vào pH. Hằng số axit tương ứng cho các bậc phân ly trên là 2,1; 7,2 và 12,3. Tại vùng pH cao, tỷ lệ các ion có hóa trị cao lớn và ngược lại. Ví dụ tại pH = 7,2 thì H_2PO_4^- và HPO_4^{2-} có nồng độ bằng nhau, mỗi thành phần chiếm 50%, khi pH = 5,2 thì tỷ lệ $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-} = 1,0$ và khi pH = 9,2 thì tỷ lệ $\text{H}_2\text{PO}_4^- / \text{HPO}_4^{2-} = 1$. Trong môi trường nước tự nhiên, với pH thường gặp là 6 - 9 thì photpho trong nước nằm ở dạng H_2PO_4^- và HPO_4^{2-} là chủ yếu. Thực vật chỉ có thể hấp thu photpho dưới dạng photphat đơn. Trong nước tồn tại nhiều dạng photpho khác: photphat trùng ngưng (polyphotphat) có mạch dài chứa nhiều nguyên tử P trong phân tử là một trong những thành phần của các chất tẩy giặt tổng hợp và là nguồn phân lân hoá học. Photpho tồn tại trong nhiều loại chất hữu cơ như axit nucleic, adenosin photphat, ester photphat của enzym, vitamin, lipid. Photphat trong chất hữu cơ có thể tồn tại ở dạng tan, dạng lắng hoặc dạng keo.

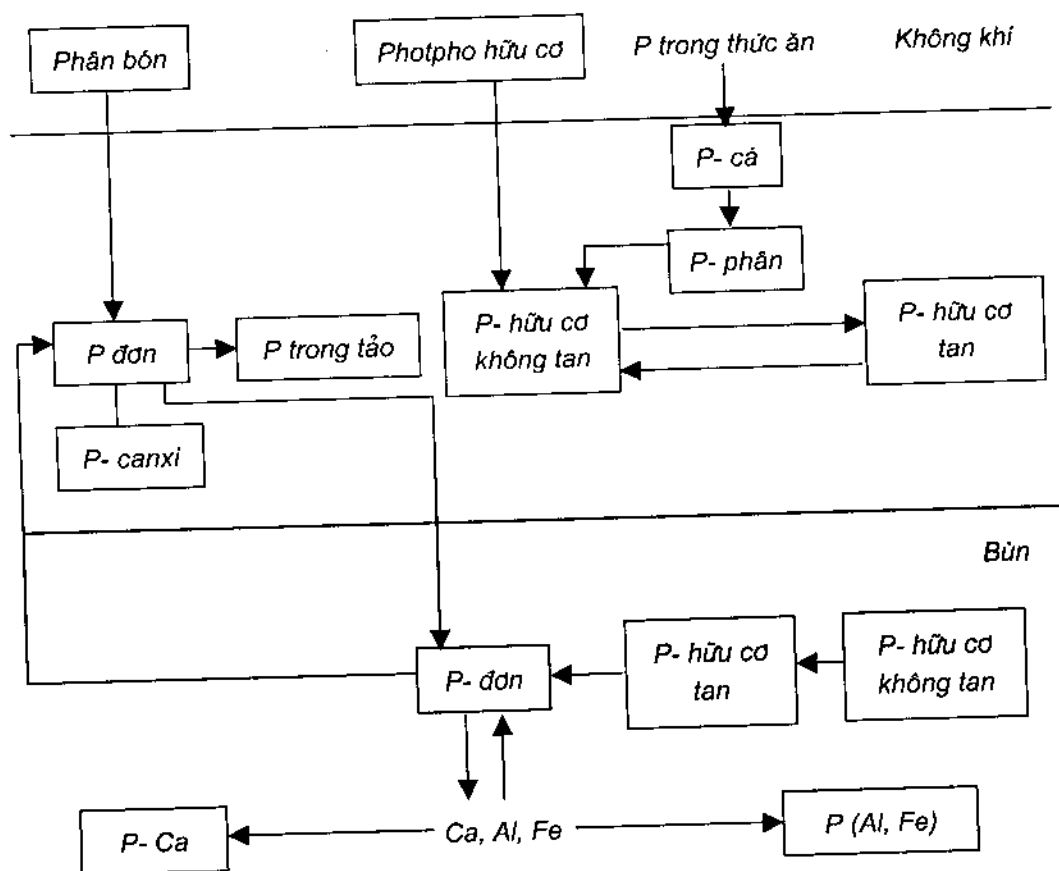
Thực vật nói chung hoặc tảo nói riêng chỉ hấp thụ photphat dạng đơn, các dạng photpho khác cũng dễ dàng bị thủy phân thành dạng đơn để cho tảo hấp thụ.

Khi đánh giá về nồng độ photphat trong nước, ví dụ sử dụng phương pháp đo quang (tạo ra màu vàng do phản ứng của photphat đơn với molipdat trong môi trường axit), thì nồng độ photphat đo được thể hiện giá trị của photphat đơn, nhưng do trong môi trường axit một số loại photphat trùng ngưng và hữu cơ có khả năng thủy phân tạo thành photphat đơn nên giá trị nhận được sẽ cao hơn giá trị photpho đơn tức thời mà tảo trực tiếp hấp thụ. Trị số đo được theo phương pháp nêu trên có thể coi là lượng photpho tan trong nước mà thực vật có thể hấp thụ được và gọi là dạng photpho hoạt tính tan. Tổng photpho bao gồm cả dạng tan lẫn không tan. Trong các nguồn nước tự nhiên, dạng photpho tan thường có nồng độ thấp, ít khi vượt quá $0,1 \text{ g/m}^3$, còn tổng photpho thì ít khi vượt quá 1 g/m^3 . Trong rất nhiều ao hồ nuôi thủy sản, nồng độ photpho tan chỉ khoảng $0,02 \text{ g/m}^3$ và photpho tổng $0,17 \text{ g/m}^3$. Về mùa đông nồng độ thường cao hơn về mùa hè. Nồng độ photpho tan thấp chủ yếu là do sự hấp thụ của tảo và bị lắng xuống bùn ở đáy ao hồ.

Bùn có khả năng hấp thụ photpho cao, đặc biệt khi pH thấp và trong các ao hồ có độ cứng cao. Trong các ao mà vừa có pH cao vừa có độ cứng cao thì photpho bị kết tủa dưới dạng canxi photphat.

Chu trình của photpho trong ao hồ

Trong ao hồ, photpho nằm ở nhiều dạng và biến động, chuyển hoá lẫn nhau, chu trình biến đổi của nó được thể hiện trên hình 3.



Hình 3. Chu trình photpho trong ao hồ nuôi

Từ sơ đồ chu trình photpho cho thấy: Lượng photpho đầu vào là từ nguồn phân bón hoặc thức ăn, từ các nguồn khác là rất thấp trừ trường hợp từ nguồn nước nhiễm photpho. Nếu nguồn photpho từ phân lân thì trước tiên chúng bị hoà tan và thủy phân thành dạng photphat đơn. Lượng photpho tan sẽ giảm nhanh ngay trong một vài ngày do tảo hấp thu và sa lắng xuống lớp bùn. Photpho trong phân hữu cơ hoặc trong các chất hữu cơ khác cũng sẽ chuyển hóa thành dạng photphat đơn sau quá trình khoáng hoá hoặc được tích lũy trong cơ thể sống của động vật phù du hay tôm cá khi chúng ăn các loại mùn trên. Photphat đơn hình thành từ khoáng hoá được tảo hấp thu hoặc lắng xuống lớp bùn đáy. Động vật thủy sinh cũng thải ra một lượng photpho chủ yếu trong phân. Mức độ thải photpho của động vật phụ thuộc vào loài và chất lượng của thức ăn. Thông thường

động vật chỉ hấp thu được 25 - 30% photpho trong thức ăn, số còn lại được thải ra môi trường. Photpho trong phân là dạng không tan và bị phân hủy giống như phân hữu cơ bón vào ao hồ.

Tảo hấp thu photpho nhanh và khá triệt để, tới mức nồng độ còn lại trong nước tới dưới 1 mgP/m^3 . Một số loài thực vật có khả năng hấp thu photpho nhiều hơn mức cần thiết, chúng dự trữ để sử dụng sau. Tảo lam là loại có khả năng tích trữ photpho khi môi trường giàu chất dinh dưỡng này, đó là đặc tính có lợi giúp cho thực vật phát triển qua giai đoạn dinh dưỡng bị thiếu.

Chu trình photpho trong ao hồ xảy ra nhanh có vai trò quan trọng thúc đẩy sự phát triển của tảo trong nước. Một lượng đáng kể photpho hữu cơ cũng được tảo tiết ra từ hoạt động tế bào, các chất photpho hữu cơ bị thủy phân thành photphat đơn và được tảo tái hấp thu trở lại.

Lượng photpho trong tảo chết cũng bị phân hủy bởi các vi sinh vật và cũng bị thủy phân thành photphat đơn. Một lượng photpho nhất định trong tảo hoặc mùn cũng được động vật phù du tiêu thụ và thải ra dưới dạng phân, dạng chuyển hoá đó cũng đóng vai trò quan trọng trong chu trình photpho xảy ra trong ao hồ. Đến lượt cá, tôm hay các động vật thủy sinh khác lại có thể tiêu thụ photpho từ tảo, mùn hay động vật phù du.

Trong một số ao hồ có thực vật dạng rễ cây thì chúng cũng tham gia vào chu trình photpho: thực vật hấp thu photpho qua rễ cây, đưa về thân và lá cây, thải trở lại nước khi chết hoặc thải ra một số chất photpho hữu cơ trong quá trình trao đổi chất. Sự tham gia vào chu trình photpho của loại thực vật có rễ có ý nghĩa trong các ao hồ tự nhiên nhưng có vai trò không đáng kể trong phần lớn các ao hồ nuôi thâm canh do chúng không được chú trọng ưu tiên phát triển như tảo.

Trước khi được hấp thu, tất cả các dạng photpho đều được chuyển hoá về photphat đơn, photphat đơn có khả năng tham gia nhiều phản ứng hoá học: phản ứng với canxi, sắt, nhôm. Sản phẩm của các phản ứng trên có độ tan thấp và bị lắng xuống bùn. Photpho nằm trong bùn cũng có thể là các loại tảo chết, mùn hữu cơ, các chất

này lắng xuống đáy trước khi bị vi sinh vật phân hủy. Mặc dù xảy ra phân hủy thành photphat đơn trong lớp bùn, nhưng cơ hội để khuếch tán lại vào nước không cao do tạo thành các hợp chất hoá học ít tan.

Quá trình trao đổi photpho giữa bùn và nước đóng vai trò quan trọng trong chu trình của photpho: khả năng phát triển của tảo tỷ lệ thuận với hàm lượng photpho trong bùn, tuy vậy không đủ đáp ứng cho tảo phát triển để thoả mãn nhu cầu thức ăn của tôm cá. Nhiều công trình nghiên cứu chỉ ra rằng lượng photpho trong bùn tăng trong thời kỳ bón phân và kết quả là thúc đẩy các quá trình sinh học trong ao hồ. Từ đó rút ra định hướng: bón ít photpho cho các ao hồ có hàm lượng photpho trong bùn cao và ngược lại nhằm tối ưu hoá sự phát triển của tảo và hiệu quả nuôi trồng thủy sản.

Nguyên nhân quan trọng làm giảm nồng độ photpho tan trong nước là do quá trình sa lắng xuống bùn, đó là lý do vì sao nồng độ photpho trong nước thấp và sự cần thiết phải bón phân lân cho ao hồ nuôi. Tuy nhiên, nước thải từ các ao hồ nuôi sẽ ít bị ô nhiễm bởi photpho. Trong bùn photpho ở dạng ít tan là do các hợp chất hoá học hình thành qua phản ứng với các ion nhôm, sắt, canxi. Sự hình thành các hợp chất ít tan trên trước hết phụ thuộc vào pH của môi trường.

Tại vùng pH cao (dưới 8,5), phần lớn nhôm trong nước nằm ở dạng không tan (Al(OH)_3) và không phản ứng với photphat. Khi pH giảm, nhôm tồn tại chủ yếu ở dạng ion tan có khả năng kết tủa với photphat nên lượng tổn hao photpho trong nước cao. Ngược lại trong môi trường pH cao thì lượng hao tổn photphat lại do canxi. Do hiệu ứng trái chiều trên nên lượng photpho tan cao nhất sẽ nằm trong một khoảng pH nào đó, thường là từ 5,5 - 6,0.

Sắt cũng tạo hợp chất ít tan với photpho, tuy vậy độ tan của sắt photphat lại phụ thuộc vào điều kiện thế oxy hoá khử của nước, tức là phụ thuộc vào sự có mặt của oxy hoà tan. Dưới điều kiện thiếu oxy - điều kiện yếm khí sắt photphat có độ tan lớn hơn nhiều so với trong điều kiện có oxy - hiếu khí.

2.6. OXY HOÀ TAN TRONG AO HỒ NUÔI

Ảnh hưởng tới năng suất nuôi trồng thủy sản không chỉ có thức ăn mà còn có điều kiện sống của môi trường, trước hết là hàm lượng oxy hoà tan trong nước. Trước hết oxy được các loại động vật sử dụng vào quá trình hô hấp và trong điều kiện thông thường nồng độ của oxy trong nước cũng không cao (xem bảng 2.5)

Bảng 2.5. Nồng độ oxy hoà tan trong nước (mg/l) phụ thuộc vào nhiệt độ, độ muối tại điều kiện không khí ẩm, áp suất 760 mmHg

Nhiệt độ °C	Độ muối (phần ngàn, g/l)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
15	10,07	9,77	9,47	9,19	8,91	8,64	8,38	8,13
16	9,86	9,56	9,28	9,00	8,73	8,47	8,21	7,97
17	9,65	9,36	9,09	8,82	8,55	8,30	8,05	7,81
18	9,45	9,17	8,90	8,64	8,38	8,14	7,90	7,66
19	9,26	8,99	8,73	8,47	8,22	7,98	7,75	7,52
20	9,08	8,81	8,56	8,31	8,06	7,83	7,60	7,38
21	8,90	8,64	8,39	8,15	7,91	7,68	7,46	7,25
22	8,73	8,48	8,23	8,00	7,77	7,54	7,33	7,12
23	8,56	8,32	8,08	7,85	7,63	7,41	7,20	6,99
24	8,40	8,16	7,93	7,71	7,49	7,28	7,07	6,87
25	8,24	8,01	7,79	7,57	7,36	7,15	6,95	6,75
26	8,09	7,87	7,65	7,44	7,23	7,03	6,83	6,64
27	7,95	7,73	7,51	7,31	7,10	6,91	6,72	6,53
28	7,81	7,59	7,38	7,18	6,98	6,79	6,61	6,42
29	7,67	7,46	7,26	7,06	6,87	6,68	6,50	6,32
30	7,54	7,33	7,14	6,94	6,75	6,57	6,39	6,22

Oxy hoà tan được sử dụng làm dưỡng khí cho động vật thủy sinh và các hoạt động sinh hoá khác xảy ra trong ao hồ của vi sinh vật, thực vật nên rất dễ dẫn đến sự thiếu hụt. Oxy trong ao hồ được sinh ra hay mất đi chủ yếu do các quá trình: thẩm từ khí quyển, do bị bùn hấp thu, hô hấp của động vật, thực vật và quang hợp của thủy thực vật.

Khi tiếp xúc với không khí, oxy trong khí quyển (chiếm khoảng 21% thể tích không khí) sẽ thấm vào nước qua bề mặt phân cách giữa không khí và lớp nước. Quá trình hoà tan oxy kết thúc khi đạt tới độ bão hoà, phụ thuộc vào nhiệt độ và độ muối của nước như ghi trong bảng 2.5. Nồng độ oxy được đo theo mg/l (g/m^3) hay tính theo phần trăm, tức là đo theo tỷ lệ giữa số đo và trị số bão hoà. Trong nhiều trường hợp số đo có thể lớn hơn trị số bão hoà là do các quá trình sinh hoá thải ra oxy mà nó chưa kịp thoát ra khỏi nước.

Phần tiếp theo chúng ta xem xét một số yếu tố ảnh hưởng tới quá trình cân đối oxy trong các ao hồ nuôi thủy sản.

Quá trình thấm oxy từ khí quyển

Oxy của không khí chỉ thấm vào nước khi nồng độ oxy trong nước ở trạng thái dưới mức bão hoà và sẽ thoát lại vào khí quyển khi ở mức trên bão hoà. Động lực của quá trình thấm oxy chính là sự chênh lệch nồng độ oxy tại thời điểm đó. Tuy vậy, tốc độ thấm khí bị giới hạn, nên dù quá trình thấm vẫn diễn ra nhưng trong nước không bao giờ đạt mức bão hoà nếu lượng tiêu thụ lớn hơn hay bằng lượng thấm. Giữa nước và không khí tồn tại một mặt phân cách pha nước-không khí, mặt phân cách này có độ dày không lớn nhưng nó ảnh hưởng mạnh đến quá trình khuếch tán. Tốc độ thấm khí vào nước trước hết phụ thuộc vào diện tích tiếp xúc của oxy khí quyển với bề mặt phân cách pha này. Bề mặt phân cách pha có thể xem như một lớp màng rất mỏng, nồng độ oxy trong màng đạt bão hoà khá nhanh, quá trình thấm oxy sâu xuống dưới lớp nước xảy ra chậm hơn nhiều do quá trình khuếch tán phân tử nếu nguồn nước tĩnh lặng. Trong trường hợp nguồn nước được khuấy đảo cưỡng bức thì quá trình thấm sâu vào nước chủ yếu là quá trình chuyển khối do đối lưu.

Trong điều kiện tự nhiên, tốc độ gió đóng vai trò quan trọng nhất đối với quá trình thấm oxy vì nó tạo ra các dòng đối lưu, gây ra sóng làm tăng tiết diện tiếp xúc giữa không khí về mặt nước.

Trong phần lớn trường hợp, lượng oxy mà nguồn nước nhận được từ không khí thường rất nhỏ so với các quá trình khác. Điều đó là hoàn toàn hợp lý nếu quan sát suốt thời gian 24 giờ: do khi trời nắng

mức oxy trong nước đạt mức trên bão hoà, oxy thoát vào không khí, lượng thấm vào nước ở các thời điểm khác chỉ đủ để bù lại lượng thoát khỏi nước.

Tuy nhiên, quá trình thấm oxy từ khí quyển sẽ có vai trò quan trọng trong các trường hợp sau:

Sinh ra và tiêu thụ oxy thấp do các quá trình sinh hoá trong ao hồ.

Trong điều kiện có gió to.

Nước trong ao hồ rất thiếu oxy và được sục khí bổ sung.

Trong trường hợp quá trình sinh hoá trong ao hồ xảy ra thấp thì quá trình thấm oxy từ khí quyển có vai trò đáng kể, tức là quá trình quang hợp (sinh ra oxy) thấp và quá trình hô hấp của động, thực vật cũng thấp. Trường hợp đó xảy ra khi mật độ tảo, mật độ vật nuôi thấp hoặc do nhiệt độ thấp kìm hãm sự hoạt động của chúng. Ví dụ trong thời kỳ đầu nuôi thả, mật độ (số lượng, kích cỡ) của vật nuôi và tảo thấp, nước nuôi chưa bị ô nhiễm nặng. Lượng thức ăn tổng hợp sử dụng cũng chưa nhiều. Khi đó nồng độ oxy hoà tan hầu như không đổi, đạt mức gần bão hoà do lượng oxy thấm từ không khí tuy chậm nhưng đều.

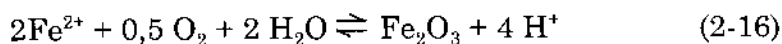
Trong trường hợp nhiệt độ thấp quá trình sinh hoá động và thực vật xảy ra chậm nên lượng oxy sinh ra và tiêu thụ đều thấp ngay cả khi mật độ vật nuôi và tảo cao. Tại một số nơi khi trời lạnh thì thường gió lại to vì vậy lượng oxy thấm từ khí quyển thoả mãn được nhu cầu.

Trong điều kiện gió to, lượng oxy thấm từ khí quyển sẽ rất đáng kể ngay cả khi lượng oxy sinh ra và tiêu hao do các quá trình sinh hoá là lớn. Trong điều kiện gió, hàm lượng oxy biến động trong ngày không lớn do tốc độ thấm oxy cao về đêm khi nồng độ oxy trong nước thấp và tốc độ thải oxy vào khí quyển tăng khi trời nắng lúc nồng độ oxy cao hơn mức bão hoà. Do tạo ra được sóng và tăng cường khả năng khuấy trộn, nồng độ oxy trong nước tương đối đồng đều theo chiều sâu của nước.

Khi nồng độ oxy trong nước quá thấp thì biện pháp sục khí sẽ phát huy tác dụng mạnh. Sục khí cơ học vừa có tác dụng tăng cường khả năng tiếp xúc giữa không khí với nước và tăng khả năng khuấy trộn.

Hao tổn oxy do các chất sa lắng

Chất sa lắng hấp thu oxy hoà tan là do các phản ứng hoá học và do các loại vi sinh tồn tại trong bùn. Các phản ứng hoá học tiêu thụ oxy trước hết là các phản ứng oxy hoá của sắt (II), mangan (II) hoặc hydro sunfua (HS):



Một số loại vi sinh cũng sử dụng oxy cho các phản ứng phân hủy hiếu khí chất hữu cơ hoặc oxy hoá chất vô cơ do loại vi sinh vật tự dưỡng (ví dụ oxy hoá amoniac thành nitrat). Lượng oxy bị tiêu hao do vật sa lắng chủ yếu là do vi sinh vật, phản ứng hoá học tiêu thụ oxy chỉ đáng kể khi độ pH của nước thấp, khi đó một số kim loại hoá trị thấp (Fe^{2+} , Mn^{2+}) tan vào nước và chúng tham gia các phản ứng hoá học. Một số chất hữu cơ như tảo chết, thức ăn dư thừa, phân khi lắng xuống đáy, trong điều kiện không đủ oxy sẽ bị phân hủy yếm khí (quá trình lên men, trong đó hoá trị của các nguyên tố carbon không thay đổi), một loạt các chất hình thành từ phân hủy yếm khí có tính khử cao- các chất có mùi hôi, hydro sunfua (mùi trứng thối), chúng phản ứng với oxy khá dễ dàng. Nhiều công trình nghiên cứu chỉ ra rằng tốc độ tiêu thụ oxy của các chất sa lắng nằm trong khoảng 50 đến trên 500 $\text{mgO}_2/(\text{m}^2.\text{giờ})$ tùy thuộc vào vật nuôi, cách nuôi (thâm canh, quảng canh) và điều kiện vệ sinh của ao hồ.

Tiêu thụ oxy do hô hấp của động vật

Lượng oxy tiêu thụ do hô hấp của tôm cá, loài nhuyễn thể phụ thuộc vào loài và kích cỡ của chúng, vào nhiệt độ, mức độ hoạt động, thời điểm sau khi cho ăn. Ví dụ trong cùng điều kiện môi trường và mức độ hoạt động (bơi lội) giống nhau, tám loại cá nước ngọt có mức

độ tiêu thụ oxy rất khác nhau, trong khoảng từ 205 – 500 mgO₂/kg cơ thể. Cùng loài cá nhưng với kích cỡ khác nhau lượng oxy tiêu thụ trên đơn vị khối lượng cơ thể cũng khác nhau. Ví dụ đối với cá da trơn tốc độ tiêu thụ oxy như sau (bảng 2.6):

Bảng 2.6. Mức độ tiêu thụ oxy của cá có kích cỡ khác nhau

Kích cỡ cá (g)	Mức tiêu thụ oxy mgO ₂ / (kg.giờ)
5	1225
10	1050
50	750
100	625
500	480
1000	340

Trên cùng một khối lượng cơ thể, loại cá bé tiêu thụ oxy nhiều hơn loại cá to. Cá cho ăn no tiêu thụ nhiều oxy hơn là loại cá đói do quá trình sinh hoá, tiêu hoá thức ăn xảy ra mạnh. Số liệu (bảng 2.7) cho thấy mức độ tiêu thụ oxy của cá theo thời gian sau lúc cho ăn.

Bảng 2.7. Mức độ tiêu thụ oxy của cá da trơn sau thời điểm cho ăn

Thời gian sau cho ăn	Lượng oxy tiêu thụ mgO ₂ / (kg. giờ)
Ngay sau khi ăn	520
1 giờ	680
qua đêm	380
sau 3 ngày	290
sau 9 ngày	290

Mức độ tiêu thụ oxy của cá phụ thuộc vào mức độ vận động của chúng, ví dụ đối với cá rô phi khi bị ép bơi với tốc độ 30 cm/giây và 60 cm/giây thì tốc độ tiêu thụ oxy tương ứng là 220 và 460 mgO₂/ (kg.giờ).

Nhiệt độ cũng ảnh hưởng tới lượng oxy hô hấp của cá, đối với phần lớn các loại cá lượng oxy tiêu thụ tăng khoảng gấp đôi khi nhiệt độ tăng 10°C.

Hiện có rất ít số liệu về lượng oxy hô hấp của tôm, mặc dù vậy nhưng khoảng trị số có được cũng dao động lớn, từ 200 đến 400 mgO₂/(kg.giờ), mức độ tiêu thụ oxy của tôm giảm khi nồng độ oxy hoà tan thấp.

Mức độ và sự biến động về lượng tiêu thụ oxy của loài nhuyễn thể cũng tương tự như cá, tức là tăng với loại kích thước nhỏ, sau khi ăn, mức độ vận động và nhiệt độ.

Oxy trong quang hợp và hô hấp của tảo

Nhiều công trình khảo sát chỉ ra rằng quá trình sinh hoá của tảo là yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến động thái oxy trong ao hồ nuôi trồng thủy sản trong điều kiện thời tiết nóng ẩm. Với mật độ thông dụng của tảo trong các ao hồ nuôi thì quá trình quang hợp là nguồn sản sinh chính của oxy và quá trình hô hấp là nguồn tiêu thụ oxy lớn nhất.

Quan sát tổng thể trong một ngày, lượng oxy dư do quang hợp sinh ra trừ đi lượng oxy do hô hấp của tảo chính là lượng đáp ứng nhu cầu hô hấp cho động vật thủy sinh sống trong ao hồ. Với các ao hồ có mật độ nuôi và tảo cao, tại một số thời điểm nhất định lượng oxy có thể bị thiếu nên cần phải được bổ sung thêm bằng biện pháp sục khí. Từ các phương pháp tính toán và kinh nghiệm thực tế cho thấy để đạt được nồng độ oxy tối đa trong nước, mật độ tảo tối ưu là 15 – 30 mg/l. Khi mật độ tảo thấp, tốc độ quang hợp trên một đơn vị sinh khối tảo cao do đủ thức ăn dinh dưỡng và ánh sáng nhưng tổng lượng oxy thì thấp do mật độ thưa. Khi mật độ tảo tăng lên, nguồn ánh sáng và dinh dưỡng cho tảo bị hạn chế. Vì ban ngày mức độ quang hợp tăng, nhả ra nhiều oxy, nhưng về đêm quá trình hô hấp cũng xảy ra rất mạnh, quá trình này cạnh tranh oxy với quá trình hô hấp của động vật, khi đó lượng oxy thực tế trong nước là thấp, đó là chưa kể tới hiện tượng khi mật độ tảo cao, phần tảo chết lắng xuống đáy bị vi sinh vật phân hủy.

Nghiên cứu về mức độ cân đối oxy phụ thuộc vào mật độ tảo trong hồ nuôi cá da trơn có diện tích 1 ha, nhiệt độ 25°C, năng suất nuôi 5 tấn/ha, kích cỡ cá 0,5 kg/con được trình bày trong bảng 2.8 (bỏ qua quá trình thấm oxy từ khí quyển)

Bảng 2.8. Ảnh hưởng của mật độ tảo lên cân đối oxy trong ao hồ nuôi

Mật độ tảo mg/l	Lượng oxy sinh ra mgO_2 /(l.ngày)	Lượng oxy mất đi do mgO_2 /(l.ngày)		
		Tảo	Cá	Chất sa lắng
0	0	0	3,5	2,5
5	9	3	3,5	2,5
10	15	6	3,5	2,5
15	17	9	3,5	2,5
20	19	12	3,5	2,5
30	21	18	3,5	2,5
40	23	24	3,5	2,5

Từ số liệu của bảng 2.8 cho thấy: Trong ao hồ không có tảo thì nồng độ oxy thấp vì vậy sự có mặt của tảo là cần thiết. Với mật độ tảo khoảng 10 mg/l, lượng oxy trong nước chủ yếu là do quang hợp của tảo sinh ra. Điều kiện về oxy tốt nhất trong ao hồ với một mức độ tảo trung bình nào đó, không quá cao và quá thấp. Khi mật độ tảo cao lượng oxy do quang hợp sinh ra không đủ bù đắp cho các quá trình hô hấp vì vậy nồng độ oxy trong nước rất thấp có hại cho động vật thủy sinh.

Bài 3

ẢNH HƯỞNG CỦA CHẤT LƯỢNG NƯỚC ĐẾN NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

- *Chất lượng nước nuôi trồng được đặc trưng qua một tập hợp các thông số: nhiệt độ, độ muối, pH, độ kiềm, độ cứng, oxy hoà tan, carbon dioxit, amoniac, nitrit, nitrat, hydro sunfua, các kim loại nặng, clo, độ đục. Đó là các thông số vật lý, hóa học có tác động trực tiếp đến cuộc sống của động vật thủy sinh, đến năng suất vật nuôi. Điều đáng chú ý là: mỗi yếu tố đều có tác động nhưng mức độ tác động của từng yếu tố mạnh hay yếu thì lại phụ thuộc vào sự có mặt của các yếu tố khác. Nói cách khác, các yếu tố tác động tương hỗ nhau, ảnh hưởng đến hoạt động của thủy động vật. Tôm, cá, nhuyễn thể là động vật máu lạnh không có sự khác biệt về nhiệt độ giữa cơ thể và môi trường nước.*
- *Nhiệt độ là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp (làm biến động các thông số khác) lên đời sống thủy động vật. Vật nuôi chỉ thích nghi với một khoảng nhiệt độ nào đó, khoảng nhiệt độ tốt để phát triển thường rất hẹp. Cá bé hoặc trứng có khả năng chịu đựng kém so với cá lớn (cùng loài) khi nhiệt độ dao động. Cá, tôm dễ bị "sốc do nhiệt" khi nhiệt độ thay đổi đột ngột, do đó khi vận chuyển và thả giống cần phải giúp chúng có điều kiện để thích nghi. Nhiệt độ ảnh hưởng tới khả năng (nhiễm) bệnh của vật nuôi, tác động tới quá trình sinh hoá trong ao hồ cũng như các phản ứng hoá học trong môi trường.*
- *Độ muối trong nước là tổng hàm lượng tất cả các ion vô cơ trong nước như canxi, magie, clorua, natri, sunfat chứ không chỉ là muối ăn (NaCl). Trong cơ thể tôm, cá sống trong nước ngọt*

hàm lượng muối cao hơn so với môi trường nên chúng phải hấp thu muối, giữ lại trong cơ thể. Ngược lại, tôm, cá sống trong nước mặn thì hàm lượng muối trong cơ thể thấp hơn ngoài môi trường, vì vậy chúng phải tìm cách thải bớt ra ngoài, ngăn chặn sự xâm nhập của muối vào cơ thể. Tôm cá có thể ngăn hoặc giữ được muối là nhờ cấu trúc màng. Các loài tôm, cá sống trong nước mặn dễ sống sót hơn trong nước ngọt so với tôm, cá nước ngọt sống trong nước mặn. Độ muối thích hợp cho từng loại là khác nhau, sống trong điều kiện thích hợp về độ muối sẽ sinh trưởng và phát triển tốt.

- pH của nước là thông số thể hiện độ chua (axit) và độ chất (kiềm) của nước. pH là yếu tố tác động gián tiếp đến đời sống của thủy động vật: ảnh hưởng đến cân bằng của các quá trình sinh học, sinh hoá và hoá học xảy ra trong môi trường nước.
- Nước có giá trị pH thấp (chua) là do các nguyên nhân: đất phèn, chứa nhiều kim loại nặng có khả năng thủy phân, do khí CO_2 tan trong nước có nguồn gốc từ quá trình hô hấp của động, thực vật.
- Trong các ao hồ nuôi thâm canh, mật độ tảo lớn pH của nước dao động rất lớn trong ngày: cao về buổi chiều muộn và thấp về buổi sáng sớm do hoạt động quang hợp và hô hấp của tảo và động vật thủy sinh. pH thấp đi kèm với thiếu oxy và pH cao đi kèm với thừa oxy trong nước.
- Nước có độ kiềm cao thì pH ít dao động do tác động bên ngoài vì độ kiềm có tác dụng "đệm".
- Nước biển có độ pH khá cao, 8,0- 8,5, khá ổn định do tính đệm của nước biển lớn. Trong nguồn nước mặn nuôi thủy sản khoảng dao động của pH lớn hơn nhưng ít khi cao hơn 9,0 hoặc thấp hơn 7,5.
- Tác động lớn nhất của pH là đối với các quá trình xảy ra qua mang cá: hô hấp và điều biến lượng muối qua màng. pH không

thích hợp sẽ ảnh hưởng đến hoạt động của mang cá, thậm chí dẫn tới tử vong.

- Tác động xấu của pH không thích hợp sẽ được hạn chế một phần nhờ các yếu tố khác, đặc biệt là hàm lượng muối trong nước.
- pH tác động gián tiếp lên đời sống động vật thủy sinh thông qua các quá trình hoá học: pH cao làm tăng nồng độ amoniac (dạng trung hoà) có độc tính cao, ngược lại làm tăng nồng độ sunfua (S^{2-}) ít gây độc tính đối với thủy động vật.
- Độ kiềm của nước trong tự nhiên được quyết định chủ yếu bởi thành phần bicarbonat, HCO_3^- . Thủy động vật có thể sống trong một khoảng độ kiềm rộng. Kiềm không tác động trực tiếp lên đời sống thủy động vật, chúng tác động gián tiếp như: đóng vai trò "đệm", tác động đến sự phát triển của thủy thực vật, tác động lên độc tính của kim loại nặng.
- Độ kiềm của nguồn nước ban đầu quyết định pH của nước, độ kiềm càng cao thì pH càng lớn. Độ kiềm càng cao thì khả năng "đệm" (ít thay đổi pH) của nước càng lớn. Độ kiềm của nước biến động trong quá trình nuôi: giảm khi quang hợp và tăng khi quá trình hô hấp tăng.
- Trong các ao hồ nuôi thả tự nhiên, độ kiềm cao có tác dụng thúc đẩy tảo phát triển. Với các nguồn nước có nồng độ dioxit carbon thấp, thực vật có thể sử dụng một phần bicarbonat để quang hợp.
- Độ kiềm cao làm tăng pH của nước thúc đẩy quá trình kết tủa, dẫn tới làm giảm nồng độ của các ion kim loại đa hóa trị (Al^{3+} , Fe^{2+}) và của các kim loại nặng khác (Cu, Zn, Cd, Ni), tức là làm giảm độc tính của chúng đối với động vật nuôi. Tuy vậy khi pH tăng cao thì các kim loại trên có xu hướng tan lại từ dạng đã kết tủa.
- Độ cứng của nước được hiểu là nồng độ của canxi và magie trong nước. Trong các nguồn nước ngọt, hàm lượng canxi

thường cao hơn magie. Trong nước biển thì ngược lại, nồng độ magie cao hơn canxi cỡ khoảng 4 lần. Mức độ cứng của nước được quyết định từ nguồn nước, nơi nước tiếp xúc và chảy qua.

- Canxi trong nước có tác dụng làm vật liệu xây dựng cơ thể cho tôm, một số loại nhuyễn thể (vỏ tôm, sò, cua), tuy nhiên lượng canxi cần thiết trên cũng có thể lấy từ thức ăn. Vì lý do trên nên phần lớn thủy sản có thể sống trong nước có độ cứng thay đổi trong khoảng rộng.
- Sự có mặt của canxi trong nước làm nhẹ tác động gây độc của một số yếu tố như pH, amoniac, nhiệt độ, khi các yếu tố này nằm trong phạm vi gây hại.
- Độ cứng cao trong nước có tác dụng hạn chế độc tính của một số kim loại nặng đối với vật nuôi.
- Oxy hoà tan trong nước thường là thiếu trong các ao hồ nuôi thâm canh. Thiếu oxy gây ra tác hại: vật nuôi lười ăn, lớn chậm và có thể chết. Thiếu oxy trong ao hồ nuôi thâm canh là do các hoạt động sinh hoá và vật nuôi trong đó và vì vậy người ta thường bổ sung bằng cách sục khí.
- Oxy được thủy động vật sử dụng cho quá trình hô hấp, tạo ra năng lượng cho cơ thể. Phương tiện chuyển tải oxy cho các tế bào từ mang cá và dioxit carbon từ tế bào ra mang là hemoglobin và hemocyanin. Khả năng liên kết và nhả oxy của các hợp chất trên khác nhau đối với các loài khác nhau và cùng loài trong điều kiện sống khác nhau (cùng loài cá sống ở vùng nóng, lạnh).
- Cá sống trong nước ấm cần lượng oxy hoà tan không dưới 5 mg/l (5 g/m^3) với thời gian tối thiểu là 16/24 giờ. Nồng độ oxy có thể nhỏ hơn 5 mg/l nhưng không quá 8/24 giờ, không nên có mức oxy dưới 3 mg/l.
- Đầy đủ oxy tôm, cá sẽ lớn nhanh ít bệnh tật

- Mức oxy gây chết đối với tôm là 0,5 - 1,0 mg/l. Thiếu oxy tôm lười ăn, chậm lột xác.
- Trong ao hồ nuôi thâm canh, lượng oxy tan có thể dao động từ 4 đến 15 mg/l trong ngày. Nồng độ oxy quá mức bão hoà cũng không tốt hơn. Nồng độ oxy siêu bão hoà 300% (25 – 40 mg/l) sẽ gây độc và sốc bởi bọt khí.
- Chỉ nên cho cá, tôm ăn khi nồng độ oxy trong nước cao hơn 5 mg/l, không nên cho ăn khi nồng độ oxy hoà tan thấp hơn 3- 4 mg/l tức là không nên cho ăn vào buổi sáng sớm lúc nồng độ oxy thường thấp.
- Nồng độ oxy hoà tan thường liên quan với pH: pH cao lúc có nhiều oxy và ngược lại.
- Carbon dioxit, CO_2 , là nguyên liệu ban đầu để tạo ra tảo, có mặt trong nước ngầm do quá trình hô hấp của động thực vật trong ao hồ và do phân hủy các chất hữu cơ ở lớp bùn đáy.
- Carbon dioxit thấm từ không khí đóng góp không nhiều, thường là nhỏ hơn 5 mg/l, sinh ra từ quá trình hoạt động của động, thực vật nhiều hơn và dao động khá lớn trong ngày. Trong ao hồ chứa nhiều bùn hữu cơ, lượng CO_2 sinh ra do phân hủy vi sinh lớn, đặc biệt nghiêm trọng là do tảo chết sau các đợt nước nở hoa, có thể lên tới 20 mg/l. Nồng độ CO_2 trong nước thường thấp khi hàm lượng oxy hoà tan cao và ngược lại.
- CO_2 tan trong nước thúc đẩy tảo phát triển nhưng có tác hại trực tiếp đối với vật nuôi trong ao hồ. Với nồng độ 60 – 80 mg/l có thể gây mê đối với tôm cá và có thể dẫn đến tử vong.
- Amoniac là chất bài tiết từ cơ thể động vật, từ phân hủy tảo, thức ăn thừa, phân. Trong ao hồ nuôi bằng thức ăn tổng hợp thì lượng amoniac có nguồn gốc từ thức ăn là rất lớn.
- Tảo là yếu tố xử lý (làm giảm) amoniac trong hồ có hiệu quả nhất, nó hấp thu amoniac tới 10% khối lượng khô của cơ thể

(50% protein). Trong điều kiện đủ ánh sáng, nhiệt độ thì khả năng xử lý amoniac của tảo càng thuận lợi.

- Giá trị đo được về amoniac là tổng của hai thành phần: NH_3 và NH_4^+ . Thành phần gây độc là NH_3 . Cùng hàm lượng amoniac tổng, khi pH và nhiệt độ cao NH_3 sẽ tăng, tức là gây độc hơn.
- Amoniac là chất gây độc với liều lượng khá thấp, mức độ gây độc tùy thuộc vào loài, tuổi và các yếu tố khác trong nước như oxy, carbon dioxit, pH, nhiệt độ.
- Cùng một lượng amoniac tổng nhưng độc tính của amoniac tăng rất mạnh vào buổi chiều do pH của nước nuôi tăng qua quá trình quang hợp của tảo.
- Nitrit, NO_2^- là tác nhân gây độc, gây ra bệnh máu nâu. Trong ao hồ hoạt động bình thường hàm lượng nitrit thường là thấp. Nồng độ nitrit chỉ tăng cao khi có hiện tượng tảo chết hàng loạt hoặc thức ăn và phân tích tụ nhiều ở đáy ao.
- Độc tính của nitrit giảm khi ion clorua (muối ăn) lớn, đưa thêm muối ăn vào nước là biện pháp xử lý "rẻ tiền" khắc phục độc tính của nitrit. Nước chứa nhiều oxy hoà tan hạn chế sự hình thành nitrit.
- Nitrat, NO_3^- là loại hợp chất ít độc và thường có hàm lượng không cao.
- Hydro sunfua là loại chất gây độc mạnh, hình thành trong lớp bùn đáy.
- Trong các dạng sunfua H_2S , HS^- , S^{2-} thì H_2S là dạng có độc tính cao, chiếm ưu thế ở vùng pH thấp.
- Nước lợ, mặn chứa nhiều ion sunfat là nguyên liệu sinh ra hydro sunfua ở lớp bùn đáy chứa nhiều chất hữu cơ vì vậy nên tích cực làm vệ sinh đáy ao hồ, phơi nắng, duy trì nồng độ oxy cao trong nước.

- Độc tố của H_2S là ức chế quá trình phosphoryl hoá, ngăn cản tái oxy hoá của cytochrome a_3 với oxy phân tử, tức là kìm hãm trao đổi chất của tế bào.
- Kim loại nặng hay gặp trong hồ nuôi là đồng, có nguồn gốc là hoá chất đồng sunfat ($CuSO_4$) sử dụng để diệt tảo. Các kim loại khác ít gặp hoặc có với nồng độ thấp.
- Độc tính của đồng thể hiện ở: làm rối loạn chức năng của mang cá, ức chế quá trình hấp thu tích cực các ion muối của cơ thể, tổn thương mang, tăng axit trong máu.
- Độc tính của đồng có thể hạn chế bằng cách: tăng pH, độ kiềm, độ cứng của nước.
- Clo được sử dụng để khử trùng. Hiệu quả khử trùng phụ thuộc vào pH và các tạp chất trong nước, trước hết là hàm lượng amoniac.
- Clo là chất độc đối với thủy động vật và gây chết ngay ở liều lượng thấp. Liều lượng cho phép không vượt quá 0,001 - 0,002 mg/l.
- Độ đục của nước không gây hại trực tiếp cho vật nuôi nhưng nó làm tảo kém phát triển nên dẫn tới thiếu oxy trong ao hồ nuôi thâm canh.

Nuôi trồng thủy sản chỉ đạt hiệu quả cao khi duy trì được môi trường sống thuận lợi cho các loài thủy động vật. Môi trường nước nuôi phụ thuộc vào các điều kiện: vùng đất, chất lượng nước ban đầu và kiểm soát chất lượng nước trong chu kỳ nuôi.

Chất lượng nước nuôi được đặc trưng bởi rất nhiều thông số, tuy vậy chỉ một số ít trong đó có ảnh hưởng và tác động mạnh đến quá trình nuôi trồng thủy sản. Những đặc trưng có vai trò quan trọng gồm: nhiệt độ, độ muối, độ oxy hoà tan, độ đục, độ kiềm, pH, carbon dioxit, hàm lượng photpho, amoniac. Những thông số như nhiệt độ, độ muối đóng vai trò quan trọng khi lựa chọn điểm nuôi đối với một

số loài thủy sản. Các thông số khác như độ kiềm, độ đục, hợp chất photpho, nitơ thì lại có vai trò quan trọng trong năng suất của tảo, tức là ảnh hưởng đến năng suất thủy sản. Một số các yếu tố khác như oxy hoà tan, carbon dioxit, amoniac thì lại đóng vai trò ảnh hưởng kìm hãm hoặc thúc đẩy sự phát triển thủy sản.

Độc tính của một chất hoặc một yếu tố nào đó được đánh giá thông qua phép thử tại các phòng thí nghiệm qua số liệu thống kê. Chỉ tiêu xác định độc tính thường hay sử dụng là nồng độ gây chết 50% số lượng loài được thử (LC 50 (Lethal Concentration)) trong một thời gian quy định nào đó, ví dụ chỉ số 96-h LC 50 của amoniac là 1,2 mg/l có ý nghĩa: một loại cá hay tôm nào đó khi được thả vào nước có nồng độ amoniac là 1,2 mg/l thì 50% số lượng của chúng sẽ bị chết sau 96 giờ, (để thử độc tính người ta còn sử dụng một số chỉ số khác như giới hạn chịu đựng TL - Tolerance Limit hay liều gây chết LD-Lethal Dose). Chỉ số LC 50 ít liên quan trực tiếp tới nuôi trồng thủy sản, vì chúng ta ít quan tâm đến tác động của một chất nào đó khi nó giết một nửa số tôm cá trong ao hồ. Tuy nhiên, nó cũng là một chỉ số tương đối có thể tận dụng, ví dụ khi giá trị LC 50 của một yếu tố hay chất nào đó mà thấp thì có nghĩa là nó độc, càng bé càng độc.

Trong nuôi trồng thủy sản người ta thường quan tâm đến ngưỡng nồng độ cao nhất hoặc thấp nhất (oxy hoà tan) của một yếu tố nào đó mà chưa gây hại cho đời sống thủy động vật. Đối với người nuôi trồng thì thông tin về độ an toàn của một yếu tố nào đó là quan trọng nhất, thông tin "an toàn" được rút ra từ các nghiên cứu lâu dài và lặp lại nhiều lần. Tuy vậy, không phải yếu tố độc hại nào cũng được tiến hành đánh giá một cách hệ thống như vậy. Đôi khi mức an toàn được xác định bằng cách lấy chỉ số 96-h LC 50 nhân với hệ số từ 0,05 đến 0,1. Ví dụ đối với một loại cá nào đó chỉ số 96-h LC 50 đối với amoniac là 1,2 mg/l thì mức an toàn sẽ là 0,06 và 0,12 mg/l.

Chỉ số an toàn là chỉ số mang tính hướng dẫn tốt, có thể áp dụng vào nuôi trồng, tuy nhiên cũng cần nhớ đó là chỉ số cho một yếu tố đơn độc, điều không thực tế trong tự nhiên vì các yếu tố phần lớn tương tác lẫn nhau. Ví dụ trong các ao hồ nuôi khi mà nồng độ

carbon dioxit cao thì cũng là lúc nồng độ oxy hoà tan thấp. Carbon dioxit ảnh hưởng lên quá trình vận chuyển oxy của máu, vì vậy sự có mặt của nó làm trầm trọng thêm quá trình này khi lượng oxy hoà tan thấp.

Sau đây chúng ta sẽ xét tới một số các tiêu chuẩn chất lượng nước và tác động của nó lên đời sống của động vật thủy sinh.

3.1. NHIỆT ĐỘ

Nhiệt độ là yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng tới nuôi trồng thủy sản. Trước hết nhiệt độ ảnh hưởng đến năng suất tự nhiên của hệ sinh thái ao hồ, ảnh hưởng trực tiếp hay gián tiếp đến hầu hết các thông số khác đặc trưng cho chất lượng nước. Vì việc điều chỉnh nhiệt độ của nước trong nuôi trồng thủy sản là không khả thi nên khi đã xác định được vị trí nuôi trồng thì cần phải tiếp tục xác định loại nuôi phù hợp với nhiệt độ nơi đó.

Nhiệt độ của nước nuôi trồng (nước mặt) được quyết định bởi nhiệt độ của vùng đó và cường độ bức xạ. Vì vậy nhiệt độ của nước sẽ thay đổi theo mùa: theo nhiệt độ không khí, độ dài của ngày và bức xạ. Nhiệt độ ở các vùng nhiệt đới ít thay đổi hơn so với các vùng lạnh hoặc cận nhiệt đới. Mức độ thay đổi nhiệt độ của các nguồn lớn, sông lớn và sâu ít hơn so với các nguồn nhỏ và nông vì nhiệt dung của nước có giá trị cao nhất so với hầu hết các chất khác.

Tôm, cá và các loại nhuyễn thể hai mảnh vỏ thuộc loại động vật máu lạnh, tức là nhiệt độ của cơ thể chúng xấp xỉ nhiệt độ môi trường xung quanh và do nhiệt độ môi trường luôn thay đổi nên nhiệt độ cơ thể chúng cũng thay đổi theo. Tốc độ các quá trình sinh hoá trong cơ thể chúng cũng phụ thuộc vào nhiệt độ, thông thường tăng khoảng hai lần khi nhiệt độ tăng thêm 10°C trong một giới hạn nào đó. Ví dụ mức độ tiêu thụ oxy tăng dần, đạt mức cực đại ở khoảng 30°C sau đó giảm dần, sau đó giảm khá nhanh nếu nhiệt độ tiếp tục tăng tới trên 40°C và tới một nhiệt độ nào đó chúng sẽ chết.

Mỗi loài thủy động vật chịu được một khoảng nhiệt độ nhất định và có vùng nhiệt độ tối ưu khác nhau đối với sức khỏe và sự phát triển của chúng. Vùng nhiệt độ tối ưu thường hẹp. Ví dụ một loài nào đó có thể sống được trong khoảng nhiệt độ từ 8 đến 38°C nhưng nhiệt độ tối ưu cho sự phát triển là từ 23 đến 28°C.

Nhìn chung các loại thủy sản vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới sẽ phát triển chậm khi nhiệt độ dưới 25°C và có thể bị chết khi nhiệt độ thấp hơn 10 hoặc 15°C. Với các loài thủy sản sống ở vùng ôn đới thì nhiệt độ tối ưu là khoảng 20 - 28°C và có thể chịu đựng được tới xấp xỉ 0°C.

Thông thường khoảng nhiệt độ sống được và tối ưu cho các loài cá bé hoặc trứng hẹp hơn so với loài đã trưởng thành (cùng loài). Tại vùng cận nhiệt độ cho phép, thủy động vật có cơ hội sống sót nhiều hơn khi nhiệt độ thay đổi chậm (không quá 2°C/ngày). Sự thay đổi chậm về nhiệt độ cho phép chúng dễ thích nghi, về thực chất là các quá trình trao đổi chất trong hệ enzym và màng tế bào vẫn đạt được hiệu quả ở nhiệt độ mới. Khi nhiệt độ thay đổi quá nhanh thì thủy động vật bị ức chế mạnh do không kịp thích nghi sinh lý. Sự thay đổi đột ngột nhiệt độ (trên 0,5°C/phút trong khoảng 5°C) dẫn tới sốc nhiệt và có thể chết. Vì vậy khi chuyển cá từ nguồn nước này sang nguồn nước khác cần duy trì sự thăng giáng nhiệt độ ở mức thấp: chúng có thể chịu đựng được mức độ thay đổi 0,2°C/phút miễn là tổng thể nhiệt độ thay đổi không quá 5°C. Tóm, cá giống khi đem thả vào ao hồ thường được vận chuyển trong các túi hay trong thùng đựng. Khi vận chuyển bằng túi, trước khi thả vào ao hồ nên thả cả túi xuống nước để cho nhiệt độ của túi và nước ao hồ cân bằng lại. Khi vận chuyển giống bằng thùng, trước khi thả nên pha loãng dần với nước hồ để cân bằng nhiệt độ.

Sự ức chế nhiệt đới với động vật thủy sinh thường gây ra tổn thương về điều chỉnh thẩm thấu của cơ thể, vì thế nó có tác động tương hỗ với các yếu tố liên quan trực tiếp tới hiện tượng thẩm thấu là độ muối và nồng độ canxi trong nước. Sức chịu đựng của chúng do thay đổi nhiệt độ sẽ cao tại độ muối tối ưu. Canxi cũng đóng vai trò

quan trọng vì nó tác động lên quá trình thẩm ion qua màng tế bào giữa môi trường nước và cơ thể, ví dụ khi nồng độ canxi tăng thì tôm cá có thể chịu đựng được nhiệt độ thấp hơn.

Nhiệt độ cũng ảnh hưởng gián tiếp tới sức khỏe của động vật thủy sinh về phương diện bệnh truyền nhiễm. Khả năng kháng bệnh hay nhiễm bệnh do yếu tố nhiệt độ của từng loài có tính đặc thù cao và thường là tốt nhất tại vùng nhiệt độ phát triển tối ưu của chính loài đó. Ở vùng nhiệt độ cao hay thấp khả năng kháng bệnh giảm. Sự thay đổi nhiệt độ đột ngột cũng tác động xấu đến khả năng kháng bệnh ngay cả ở trong vùng nhiệt độ tối ưu.

Nhiệt độ cũng có thể ảnh hưởng gián tiếp theo phương thức khác: trong điều kiện thiếu oxy hoà tan các động vật thủy sinh bị giảm khả năng kháng bệnh, khi nhiệt độ cao thì thường là nồng độ oxy trong nước thấp.

Nhiệt độ của nước luôn tác động đến động thái của hầu hết tất cả các thông số đặc trưng về chất lượng nước: đến tốc độ và trạng thái cân bằng của phản ứng hoá học, đến khả năng hoà tan và bốc hơi của các loại khí. Nhiệt độ cũng tác động lên các quá trình sinh hoá của động, thực vật thủy sinh và chúng tác động lại vào môi trường nước.

3.2. ĐỘ MUỐI

Độ muối được hiểu là tổng nồng độ của tất cả các ion tồn tại trong nước chứ không phải chỉ là muối ăn (NaCl). Độ muối của nước được hình thành chủ yếu từ các thành phần: canxi, magie, natri, kali, bicarbonat, clorua và sunfat. Nồng độ và tỷ lệ giữa các thành phần trên thay đổi đối với từng nguồn nước. Đơn vị đo độ muối thường tính bằng mg/l (ppm) trong trường hợp nồng độ thấp, khi nồng độ cao đơn vị thường dùng là phần ngàn (ppt).

Mỗi loại động vật thủy sinh sống và phát triển thuận lợi trong một khoảng độ muối tối ưu. Phần lớn các loại động vật thủy sinh chịu đựng được một khoảng nồng độ muối khá rộng. Chỉ sự thay đổi lớn về độ muối thì mới tác động xấu đáng kể. Độ muối trong nước cũng tác

động lên các yếu tố khác, ví dụ khi độ muối trong nước tăng thì độ tan của các khí trong nước cũng giảm theo (xem bảng 2.5 đối với oxy) do hiệu ứng "choán chỗ".

Nước ngầm có độ muối thấp thường là vực nước tiếp xúc với khoáng vật silicat đã phân hủy nhẹ (nhỏ hơn $0,1\text{‰}$, ppt). Nước ngầm trong các vùng đá vôi có độ muối cao hơn ($0,1 - 1\text{‰}$) với các thành phần chủ yếu là canxi, magie và bicarbonat. Nước ngầm có độ muối cao (trên 15‰) thường là nguồn nước tiếp xúc trực tiếp với các mỏ muối ăn, mỏ thạch cao hoặc các muối khoáng có độ tan tốt. Các nguồn nước ngầm ven biển hay trong đất liền có tiếp xúc với các sa lầy nguồn gốc từ biển cũng có độ muối cao ($5 - 35\text{‰}$) với các thành phần chủ yếu là natri, clorua và bicarbonat.

Nguồn nước mặt trong đất liền có độ muối thấp, từ $0,01$ đến 200‰ phụ thuộc vào dòng chảy và lưu lượng nhận nước của nguồn. Nước mưa có độ muối rất thấp nên nước của các sông suối hay ao hồ chứa nhiều nước mưa cũng có độ muối thường là thấp. Nước mặt về mùa khô có độ muối cao hơn so với mùa mưa do quá trình bốc hơi nước, độ muối dao động lớn trong các vùng khô cằn, nắng hạn. Độ muối trong các ao hồ dao động ít hơn trong các nguồn chảy. Độ muối ở các vùng nước ven biển phụ thuộc vào độ pha loãng giữa nước ngọt và nước mặn, vào mùa và vị trí của vùng nước. Độ muối của ao hồ nuôi được hình thành từ nước nguồn nuôi ban đầu và biến đổi trong quá trình nuôi do các chất đưa vào trong thức ăn, do bốc hơi hoặc do nước mưa. Trong vùng khí hậu phân biệt rõ mùa mưa và mùa khô, độ muối trong ao hồ thay đổi chủ yếu do pha loãng với nước mưa hoặc bốc hơi: giảm về mùa mưa, tăng về mùa khô.

Vai trò và ảnh hưởng của độ muối lên hoạt động của thủy động vật có thể giải thích như sau:

Trong một bình có hai ngăn được ngăn cách nhau bởi một màng, trong từng ngăn đều có chứa dung môi (nước) và chất tan (muối) với nồng độ muối khác nhau. Sau một thời gian nhất định dung môi (nước) của ngăn có nồng độ thấp thấm sang ngăn có nồng độ muối cao cho tới khi nồng độ muối của hai ngăn bằng nhau. Màng có tính

chất đó gọi là màng bán thấm. Đối với tôm cá hay các động vật thủy sinh khác ta cũng có thể cho rằng hai ngăn trong bình mô tả trên là: môi trường nước nuôi và nước trong cơ thể động vật, còn màng là một bộ phận nào đó trong cơ thể động vật. Tôm cá sống trong nước ngọt có nồng độ muối trong cơ thể cao hơn trong nước nuôi, ngược lại loài sống trong nước biển thì có nồng độ muối trong cơ thể thấp hơn ngoài môi trường. Màng của các loài tôm cá nước ngọt có chức năng hấp thu các ion (muối) và ngăn ngừa sự thất thoát muối từ cơ thể chúng. Để đạt được điều đó chúng phải hút và thải nhiều nước để giữ lại muối cho cơ thể. Thủy động vật nước mặn cần phải hút một lượng nước cố định và cũng thải một lượng muối cố định để giữ cho lượng muối trong cơ thể không bị tăng lên. Vì lượng muối trong cơ thể thủy động vật nước mặn ít hơn so với nước biển nên cơ thể chúng dễ bị mất nước. Để bù đắp lượng nước bị hao hụt, chúng phải sử dụng nước biển và để chống việc tích lũy muối trong cơ thể chúng phải thải muối ra.

Độ muối thích hợp cho mỗi loài thủy động vật khác nhau, nằm trong một khoảng tối ưu nào đó. Vượt ra khỏi vùng tối ưu, chúng phải thải muối ra trên cơ sở tiêu hao một nguồn năng lượng nhất định, dẫn đến ảnh hưởng không tốt đến sự phát triển cơ thể.

Bảng 3.1 sau đây cho thấy ảnh hưởng của độ muối lên mức độ tăng trưởng của cá chép dưới dạng hiệu quả sử dụng thức ăn.

Bảng 3.1. Tỷ lệ sử dụng thức ăn của cá chép (%) để phát triển ở các độ muối khác nhau.

Độ muối (‰)	Năng lượng hấp thụ từ thức ăn để phát triển (%)
0,5	33,4
2,5	31,8
4,5	22,2
6,5	20,1
8,5	10,4
10,5	- 1,0

Bảng 3 cho thấy, tại các độ muối khác nhau với cùng lượng thức ăn tiêu thụ, chỉ một phần năng lượng từ thức ăn được sử dụng để phát triển (lớn lên, tăng cân), độ muối càng cao mức phát triển càng chậm vì cá phải dùng năng lượng vào việc thải muối ra khỏi cơ thể. Với độ muối 10,5 ‰ cá không những không lớn mà còn gầy và sút cân. Độ muối nhỏ hơn 2,5 ‰ là vùng cho cá phát triển tốt. Độ thẩm của nước qua màng tế bào do sự chênh lệch nồng độ muối được coi là một áp suất gây ra, gọi là áp suất thẩm thấu và cơ thể ngăn chặn sự mất nước bằng cách áp đặt một áp suất lên ngăn có nồng độ muối cao hơn. Áp suất thẩm thấu của màng phụ thuộc vào sự chênh lệch nồng độ muối giữa hai ngăn và nguyên tử lượng của các thành phần muối.

Áp suất thẩm thấu của máu trong cá nước ngọt ngang với áp suất thẩm thấu của dung dịch muối NaCl có nồng độ 7 ‰. Nếu độ muối của nước là 7 ‰ tính theo NaCl thì quá trình thâm nhập của nước từ môi trường vào cơ thể hoặc của muối từ cơ thể ra ngoài môi trường không xảy ra một cách tự động. Nếu nồng độ muối ngoài môi trường cao hơn thì nước trong cơ thể cá sẽ bị mất hoặc chúng phải sử dụng năng lượng từ cơ thể (thức ăn) để thải muối ra ngoài dẫn tới lớn chậm hoặc gầy đi.

Rất nhiều loài cá nước ngọt có thể sống trong nước có độ muối tới 7 ‰ nhưng phát triển kém. Phần lớn các loài cá nước ngọt phát triển và sinh sản tốt với độ muối tới 4- 5 ‰. Một số loài cá nước ngọt có thể sống cả được trong nước lợ và nước mặn, tuy vậy sinh trưởng và phát triển kém khi độ muối vượt quá 20 ‰.

Các loài tôm cá hay nhuyễn thể sống trong nước mặn cũng chịu được ở một khoảng độ muối (thấp) nào đó, thông thường chúng có thể sống và phát triển ở các vùng cửa sông. Tôm he và tôm hùm, loài hay được nuôi ở Châu Á sinh trưởng và phát triển tốt ở độ muối khoảng 15 ‰ nhưng vẫn có thể sống và phát triển ở độ muối thấp hơn. Riêng loại tôm hùm có thể sống được trong nước ngọt khoảng một tháng.

Khi thay đổi độ muối đột ngột, ví dụ trên 10% trong một giờ thì các loại thủy động vật chịu sức ép rất lớn, có thể không tự điều chỉnh được và có thể chết mặc dù khoảng chịu đựng có thể cao nhưng với

mức độ chậm. Ví dụ với loại tôm con sống tự nhiên với độ muối 28- 35 ‰ thường được thả nuôi trong các ao hồ có độ muối thấp hơn nhiều, chúng không thể thích nghi với mức độ thay đổi muối 1- 2 ‰ trong một giờ. Mức độ sống sót của chúng giảm từ 82,2% khi tốc độ giảm độ muối là 2,5 ‰/giờ xuống 56,7% khi tốc độ giảm độ muối là 10 ‰/giờ. Mức độ chịu sốc về độ muối của một số loài thủy động vật tốt hơn khi trong nước có đủ nồng độ canxi (độ cứng).

3.3. pH

pH là chỉ số đo đặc trưng về độ axit (chua) hoặc độ kiềm (chát) của nước. pH thấp chứa nhiều axit, pH cao chứa nhiều kiềm. pH = 7 được coi là mức trung tính.

Trong vùng pH rất cao hoặc rất thấp các loại thủy động vật không sống được, tác động của pH lên đời sống động vật thủy sinh có tính chất gián tiếp chứ không theo phương thức trực tiếp.

pH ảnh hưởng đến cân bằng của các quá trình hoá học, sinh học trong nước ví dụ lên cân bằng của ammoniac, sunfua hydro, clo hay ion kim loại kể cả đối với quá trình bón phân cho ao hồ.

Nguồn nước ngầm thường chứa khí dioxit carbon (CO_2), bicarbonat (HCO_3^-) và carbonat (CO_3^{2-}) và có pH nằm trong khoảng từ 5 - 9. Nhìn chung nước ngầm ở vùng có tiếp xúc với khoáng silicat thường có hàm lượng bicarbonat và carbonat thấp, hàm lượng khí dioxit carbon tương đối cao và vì vậy có giá trị pH của nước thường là thấp hơn so với nước ngầm từ vùng đá khoáng họ carbonat (ví dụ đá vôi, hoặc dolomit). Nước có giá trị pH cao (trên 8,5) thường là nguồn nước có chứa nhiều xô đa (Na_2CO_3). Khí dioxit carbon trong nước làm giảm pH của nước nhưng không thấp hơn 4,5. Nguồn nước có pH < 4,5 là do sự có mặt của các axit mạnh. Các axit mạnh hình thành do quá trình oxy hoá của các khoáng vật họ sunfua dưới điều kiện tự nhiên (còn gọi là phong hóa) do các phản ứng hoá học hoặc do hoạt động của vi sinh vật. Nước có pH thấp thường là nước thải của quá trình khai thác mỏ hoặc nước khoáng nóng chứa các thành phần hydro sunfua,

axit clohydric, một số axit dễ bay hơi có nguồn gốc từ hoạt động của núi lửa.

Nước mặt thường có tính đệm do hệ cân bằng của carbonat và bicarbonat ($\text{HCO}_3^- - \text{CO}_3^{2-}$), tức là khi có mặt một nồng độ (lớn) nhất định của muối $\text{HCO}_3^- - \text{CO}_3^{2-}$ thì pH của môi trường nước sẽ ít thay đổi khi đưa thêm vào nước một lượng kiềm hay axit. Lượng kiềm hay axit đưa vào ao làm chuyển đổi thế cân bằng giữa carbonat và bicarbonat chứ ít gây biến đổi pH trừ khi “sức chịu đựng” của sự cân bằng đạt tới giới hạn. Khả năng đệm phụ thuộc vào nồng độ của bicarbonat trong nước, tức là độ kiềm của nước. pH của nước mặt thường nằm trong khoảng 5 – 9. Nước có pH > 9 thường là nước ao nằm trong các vùng khô cằn chứa nhiều natri carbonat (sô đa, Na_2CO_3). Nước có pH < 4 là do sự có mặt của các axit mạnh, đặc biệt là axit sunfuric, nước có độ pH thấp ở các vùng đất phèn chua (đồng bằng sông Cửu Long và một số nơi của vùng đồng bằng sông Hồng về mùa khô), nước ở các vùng núi lửa hoặc nước thải của các vùng khai thác mỏ khoáng sản (do oxy hoá, phong hoá quặng họ sunfua) hoặc trên vùng đất hình thành từ bãi bồi ven biển. Có một số vùng đất gọi là đất axit - sunfat chứa lượng lớn sunfua sinh ra trong điều kiện yếm khí khi vùng đất hình thành. Khi vùng đất bị khô cạn, tiếp xúc với oxy, sunfua bị oxy hoá (hoá học và vi sinh) thành axit sunfuric, đó chính là các vùng đất chua phèn. Nước ở các vùng này có thể có pH nhỏ hơn 4 và vì có nồng độ axit cao nên ngoài lượng sunfat đáng kể chúng còn hoà tan nhiều loại kim loại như nhôm, sắt cũng như các kim loại nặng khác. Một số vùng mà trước đây là các đầm lầy có thảm thực vật phát triển mạnh, dưới điều kiện yếm khí, thực vật bị phân hủy thành than bùn chứa hàm lượng axit humic, fulvic cao, nước ở trong vùng đó cũng có pH thấp (vùng rừng U Minh ở Nam Bộ). Một số nguồn nước có độ kiềm thấp, khả năng đệm cũng thấp dễ bị thay đổi pH do điều kiện tự nhiên, ví dụ do mưa axit, tức là nước mưa có chứa nhiều khí carbon dioxit hoặc chứa nhiều loại khí thải công nghiệp (SO_2 , NO_x). Các loại khí thải này tạo ra một số loại axit làm giảm pH của nước.

Nước biển có pH khá ổn định nằm trong khoảng pH = 8,0 - 8,5 do hệ đệm bicarbonat - borat và do sự tạo cặp ion magie carbonat. Một số nguồn nước biển giàu chất dinh dưỡng (N, P) tạo điều kiện cho sinh vật phát triển mạnh, khi đó khoảng dao động của pH có thể lớn hơn nhưng ít khi thấp hơn 7,5 hoặc cao hơn 9,0.

pH của các nguồn nước mặt thường dao động trong ngày do quá trình quang hợp và hô hấp của thủy thực vật, do cả hai quá trình đều tồn tại song song nhưng được thúc đẩy hay ức chế bởi cường độ ánh sáng nên lượng carbon dioxit biến động kéo theo sự biến đổi của pH trong ngày: ban đêm pH giảm và tăng vào ban ngày khi quá trình quang hợp xảy ra mạnh. Mức độ dao động của pH trong ngày trước hết phụ thuộc vào độ kiềm (chủ yếu là bicarbonat), tức là khả năng đệm của nước. Các nguồn nước có tính đệm thấp và giàu dinh dưỡng (phú dưỡng) pH có thể dao động từ 6 đến 11 vào lúc bình minh và giữa buổi chiều.

pH trong các ao, hồ nuôi cũng chịu tác động của các quá trình giống như trong ao, hồ tự nhiên, tuy vậy hoạt động sinh học trong ao hồ có tác động mạnh hơn nhiều so với các quá trình khác xảy ra trong đó. Độ pH của nước trong ao hồ trước khi nuôi thả chủ yếu phụ thuộc vào độ kiềm của nước. Khi được nuôi thả, hoạt động sinh hoá của thực vật, động vật, vi sinh vật làm thay đổi và biến động pH của nước theo chu kỳ ngày đêm. Trong các ao hồ có điều kiện thuận lợi cho tảo phát triển (giàu dinh dưỡng) pH của nước có thể cao hơn 9 vào buổi chiều mùa hè nhất là những vùng có độ dài ngày lớn, nhưng rất ít khi lớn hơn 10. Nước có pH >10 gây tác hại đến thủy động vật như tôm, cá, nhuyễn thể. Nước có độ pH cao bất thường liên quan đến độ kiềm và độ cứng của nước, đó là các nguồn nước có độ kiềm từ trung bình đến cao (50 – 200 mg/l tính theo CaCO_3 hoặc 60 – 240 mg/l tính theo HCO_3^-) và độ cứng thấp (25 mg/l tính theo CaCO_3 hay 10 mg/l Ca^{2+}). Các ion chính trong loại nước này là natri và bicarbonat (NaHCO_3 , sô đa nhẹ). pH cao ở các nguồn nước này là do độ tan khác nhau của canxi và natri carbonat: natri carbonat có độ tan cao hơn nhiều so với canxi carbonat, vì vậy nồng độ carbonat tổng (tỷ lệ thuận với pH) tăng lên nhiều khi quá trình quang hợp diễn ra mạnh

trong nước mềm (ít canxi) và tăng ít trong các nguồn nước cứng (nhiều canxi) với cùng độ kiềm, trong các nguồn nước có độ cứng cao chúng tạo thành canxi carbonat không tan, tức là làm giảm một phần của ion carbonat trong nước.

Mặt khác, natri photphat có độ tan tốt hơn so với canxi photphat nên lượng photpho trong ao hồ chứa ít canxi sẽ được thực vật sử dụng tốt hơn, hiệu quả hơn cho quá trình quang hợp, điều đó cũng dẫn đến tăng pH của nước.

Khoảng pH tối ưu cho tôm cá nước ngọt phát triển và sinh sản là từ 6,5 - 9,0. Điểm chết đối với chúng là $\text{pH} < 4$ và $\text{pH} > 11$. Cá nước mặn ít bị tác động bởi pH do mức độ dao động pH thấp, vì vậy khả năng chịu đựng của chúng sẽ rất kém khi phải sống trong vùng nước ngọt, chỉ thích hợp được trong vùng từ 7,5 đến 8,5. Tôm cá và nhuyễn thể trong vùng nước lợ chịu được khoảng pH rộng do mức độ pha loãng giữa nước ngọt và nước mặn biến động mạnh, ví dụ một số lớn tôm nước lợ chịu được khoảng pH từ 4,8 đến 10,6 và vùng tối ưu từ 5,5 đến 8,5. Cá bơn, cá dẹt mình chịu được khoảng pH thấp tới 5,2 và liều chết 96^h - LC 50 là 4,4.

Cơ quan mang của các loài thủy động vật là vị trí nhạy cảm nhất đối với ion hydro (H^+ , tức là axit) do phải tiếp xúc trực tiếp với môi trường. Với cá nước ngọt, pH thấp (nồng độ H^+ cao) gây tới bảy tác động chính lên cấu trúc và hoạt động của mang cá khi pH giảm giá trị từ 6 (mức an toàn) xuống tới 4 (mức chết cấp tính). Các tác động đó là:

Hạn chế khả năng hấp thu muối NaCl

Tăng dòng khuếch tán của H^+ qua màng

Tăng khả năng thẩm và khuếch tán của các ion khác

Tăng khả năng sinh dịch nhầy hay niêm dịch

Tăng quá trình đông tụ và kết tủa dịch nhầy

Hạn chế khả năng trao đổi khí qua mang

Phá hủy lớp biểu mô của màng.

Tổng quát xem xét thấy rằng trong điều kiện pH thấp khả năng cân bằng các ion trong cơ thể thủy động vật bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Tăng khả năng sinh dịch nhầy và phá hủy cấu trúc mang tại vùng pH thấp cũng tác động xấu đến quá trình hô hấp. Hô hấp còn liên quan trực tiếp tới quá trình vận chuyển oxy và carbon dioxit của máu, ví dụ giảm khả năng liên kết với oxy của hemoglobin mang tới các tế bào. Dưới điều kiện ức chế vừa phải do pH thấp, động vật thủy sinh duy trì hoạt động của mang (vận chuyển ion, sinh dịch nhầy) trên cơ sở tiêu hao năng lượng của quá trình trao đổi chất, do đó chúng phát triển kém và hạn chế khả năng chống bệnh. Nếu pH quá thấp chúng không thể tự điều chỉnh và bị chết.

Mang cá và nhuyễn thể cũng rất nhạy cảm với độ kiềm, pH cao. Ví dụ đối với cá hồi suối trong môi trường kiềm nhẹ các tế bào biểu mô dưới mang nở ra và có thể tách ra. Nhân mắt và giác mạc cũng có thể bị hư hại. Mang cá cũng bị tác động xấu do quá trình vận chuyển các ion, do hô hấp cũng như cân bằng axit- bazơ trong máu.

Trong nước có pH cao quá trình bài tiết chất thải chứa nitơ bị ức chế do amoniac phía ngoài mang nằm ở dạng trung hoà (NH_3), nó làm giảm thế năng khuếch tán của amoniac từ trong cơ thể ra ngoài. Có một số loại cá quen với môi trường pH cao, chúng sử dụng một số phương pháp đặc thù trong bài tiết chất thải. Ví dụ ở vùng hồ Magadi, Kenya, pH của nước trên 10, loài cá chép địa phương bài tiết chất thải ở dạng ure chứ không phải dạng amoniac.

Cũng như đã nhắc tới ở phần trên, trong các ao hồ có độ kiềm (tính đậm) thấp và thuận lợi cho tảo phát triển, pH biến động lớn trong ngày, có thể đạt giá trị 6 vào sáng sớm và tới 9 hoặc hơn về chiều tối. Mặc dù vậy vẫn có thể nuôi trồng thủy sản trong nước có độ kiềm thấp mặc dù pH cao khi hoạt động của tảo diễn ra mạnh. Trong nước có độ kiềm thấp và độ cứng thấp, pH vào buổi chiều có thể tăng cao hơn 10. Điều kiện đó có thể giết chết các loại cá bột, cá nhỏ và động vật phù du vì chúng thường ăn và sinh sống ở tầng nước trên nơi tảo hoạt động mạnh nhất. Trong một số vùng đất cần cỗi, ao hồ nơi đó thường có pH cao do sự có mặt của soda (Na_2CO_3).

Ngưỡng chịu đựng pH của thủy động vật còn phụ thuộc vào các yếu tố môi trường khác, các yếu tố tác động trực tiếp tới sự điều hoà áp suất thẩm thấu (chuyển vận các ion). Ví dụ tôm, cá, nhuyễn thể có thể chịu được mức pH thấp hơn thông thường nếu độ muối của nước là tối ưu đối với chúng. Canxi là một tác nhân điều biến quan trọng đối với độc tính của pH vì nó ảnh hưởng tới quá trình thấm và độ bền của màng sinh học. Ví dụ trong môi trường pH thấp, nồng độ canxi cao sẽ làm cho màng của biểu mô mang trở nên “chặt” hơn, do đó làm giảm quá trình vận chuyển ion qua đó.

Khi đưa cá từ nguồn nọ sang nguồn nước kia có pH khác nhau một cách vội vã, cá có thể chết ngay cả khi pH của hai nguồn nằm trong khoảng chịu đựng được của chúng. Ví dụ, người ta tiến hành thí nghiệm đưa loại cá hồi tuổi đang sống quen trong môi trường có pH = 7,2 sang các nguồn nước có giá trị pH = 7,2; 8,5; 9,5 và 10. Sau 48 giờ lượng cá còn sống trong điều kiện pH mới là: tại pH = 7,2 100%, tại pH = 8,5 100%, tại pH = 9,0 88%, tại pH = 9,5 68% và tại pH = 10 lượng cá sống sót là 0%. Kết quả trên cho thấy rằng cá chỉ có thể làm quen dần với sự dao động lớn của pH. Trong một thí nghiệm khác kết quả cho thấy lượng cá chết tới 40% khi thay đổi pH từ 8,5 lên 9,7 trong thời gian 5 giờ. Ngược lại nếu kéo dài thời gian lên 5 ngày, lượng cá sẽ sống 100%. Khi pH thay đổi từ 8,5 lên 9,7 (nhích dần pH). Các loài nhuyễn thể cũng rất nhạy cảm với pH của môi trường.

Phần lớn nước nuôi trồng thủy sản có độ pH nằm trong khoảng thích hợp cho cá, tôm, ít gây ra hiện tượng độc cấp tính trực tiếp do pH. Tuy vậy cần phải chú ý tới hai trường hợp sau: sinh ra axit từ loại đất phèn (đất axit - sunfat), sự thay đổi pH nhất thời trong ngày của các nguồn nước mặt do hoạt động quang hợp của thủy thực vật như đã đề cập ở phần trên.

Thông thường tác động của pH lên tôm, cá, nhuyễn thể có tính chất gián tiếp do tương tác, tác động của pH lên các thông số khác của nước. Ví dụ tại vùng pH cao, tỷ lệ của amoniac (dạng trung hoà, NH_3 , độc) cao hơn so với dạng tích điện dương (NH_4^+ , ít độc) với cùng

nồng độ tổng (giá trị đo được). Tương tự như vậy, pH tác động đến sự tồn tại (nhiều ít của các dạng khác nhau) của hydro sunfua (H_2S), clo (OCl), một số kim loại nặng như đồng, cadmi, kẽm, nhôm. Trong một số nguồn nước có độ kiềm thấp, khi pH thấp không đủ để gây hại cho cá nhưng lại kìm hãm và làm giảm lượng photpho vô cơ và carbon dioxit trong nước, yếu tố thúc đẩy sự phát triển của thủy thực vật. Bón vôi (các dạng khác nhau) sẽ cải thiện được môi trường nuôi đối với các nguồn nước có độ kiềm thấp. Mặt khác khi pH cao và nguồn nước chứa nhiều canxi (cứng) thì lượng photphat bón vào sẽ bị hao hụt nhanh do kết tủa với canxi dạng $Ca_3(PO_4)_2$.

Ảnh hưởng của pH lên các yếu tố khác sẽ được đề cập đến đối với từng đối tượng cụ thể.

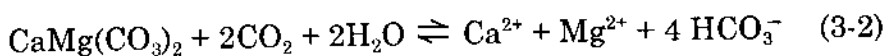
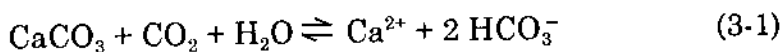
3.4. ĐỘ KIỀM

Độ kiềm của nước được hiểu là khả năng thu nhận axit (H^+) của nước do sự có mặt của các bazơ trong đó. Khi đưa axit vào nước, pH của nước giảm, mức độ giảm pH của nước (cùng lượng axit đưa vào) phụ thuộc vào loại và nồng độ bazơ trong nước. Bazơ chủ yếu trong nước là các thành phần: nhóm OH^- , bicarbonat (HCO_3^-), carbonat (CO_3^{2-}), photphat, silicat ($HSiO_3^-$). Độ kiềm của nước thường được xác định theo phương pháp chuẩn độ hoá học với axit với hai loại chỉ thị khác nhau là phenolphthalein (p) và với metyl da cam. Chỉ thị p có điểm chuyển màu tại pH = 8,3 và của metyl da cam tại pH = 4,3. Khi đưa một lượng axit vào nước có pH > 8,3, sử dụng chỉ thị p, màu của dung dịch chuyển từ hồng sang không màu khi pH giảm đến 8,3. Lượng axit sử dụng đạt tới pH = 8,3 tương ứng với độ kiềm p và được quy cho là do nhóm OH^- và ion carbonat. Tiếp tục đưa thêm axit vào cho tới khi pH của dung dịch đạt tới 4,3 khi dùng chỉ thị là metyl da cam (chuyển từ màu vàng da cam sang màu gạch non). Lượng axit tiêu hao để hạ thấp pH của nước về pH = 4,3 tương ứng với độ kiềm tổng. Độ kiềm tổng trừ đi độ kiềm p chủ yếu gây ra bởi ion bicarbonat trong các nguồn nước tự nhiên.

Đơn vị đo độ kiềm được sử dụng khác nhau ở mỗi nước, ở Mỹ đơn vị hay sử dụng là mg/l tính theo CaCO_3 (1 mg CaCO_3 tương đương với 1,22 mg HCO_3^-), tính theo mg HCO_3^-/l , tính theo đương lượng gam HCO_3^- (1 đương lượng gam HCO_3^- tương đương với 61 g HCO_3^-/l).

Thủy động vật phát triển bình thường trong một khoảng rộng về độ kiềm, tức là mức độ tác động trực tiếp của độ kiềm là không lớn. Sự tác động của độ kiềm lên đời sống và hiệu quả nuôi trồng thủy sản mang tính gián tiếp: tăng (giảm) tính đệm của nước (ít biến động pH), hiệu quả phát triển của thủy thực vật, ảnh hưởng tới độc tố của kim loại nặng.

Độ kiềm tổng của nước nuôi trồng biến động trong khoảng rất rộng, từ 5 đến 50 mg/l (CaCO_3) được quyết định bởi cấu trúc địa chất liên quan đến nguồn nước sử dụng. Bicarbonat và carbonat thường có nguồn gốc từ các loại khoáng (đá) mang tính kiềm như đá vôi (CaCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$). Hoà tan đá vôi là nguồn kiềm chủ yếu của nhiều nguồn nước. Đá vôi (CaCO_3) có độ tan rất thấp trong nước, quá trình hoà tan đá vôi, dolomit sẽ được thúc đẩy nhanh khi có mặt của dioxit carbon với tư cách là một axit yếu (H_2CO_3) theo phản ứng:



Nước ngầm thường chứa nhiều CO_2 nên độ kiềm của chúng thường cao (50 – 400 mg/l CaCO_3) ở các vùng có đá vôi. Nguồn nước ngầm ở các vùng cát thạch anh hay khoáng silicat thường có độ kiềm thấp. Nước có độ kiềm rất cao (> 500 mg/l) thường có độ cứng thấp do hình thành đá vôi CaCO_3 nằm ở dạng kết tủa. Nước ở các vực ven biển thường có đặc trưng trên do quá trình “làm mềm tự nhiên” và chúng thường chứa nhiều ion natri và bicarbonat.

Nước mặt ở trong cùng một vùng thường có độ kiềm thấp hơn so với nước ngầm do nước mặt chứa ít CO_2 . Nước sông, suối chảy qua vùng khoáng vật silicat và vùng đất chua phèn có độ kiềm và độ cứng đều thấp. Nước chảy qua vùng khai thác đá vôi hoặc nước hoà trộn

với nguồn nước ngầm của vùng đá vôi có độ kiềm khá cao. Độ kiềm của nước vùng ven biển trước hết phụ thuộc vào mức độ pha loãng của nước sông, độ kiềm của nước biển khá ổn định, khoảng 120 mg/l CaCO_3 .

Độ kiềm của ao hồ nuôi trồng thủy sản trước hết phụ thuộc vào nguồn nước cấp và bản chất đất của nền đáy ao, hồ. Axit thấm ra từ đất của một số nền ao sẽ làm giảm độ kiềm của nước. Ngược lại độ kiềm của nước tăng trong ao hồ có chứa đá vôi, đặc biệt với nguồn nước có độ cứng và độ kiềm ban đầu thấp. Sau khi nguồn nước đã ổn định, với ao hồ mới thì sự thay đổi lớn về độ kiềm chỉ xảy ra khi: pha loãng (mưa to), bốc hơi (hạn hán) hoặc đưa thêm các chất tạo axit hoặc bazơ vào ao hồ.

Vai trò của độ kiềm trong nuôi trồng thủy sản

Độ kiềm trong nước ít có tác động trực tiếp đến đời sống của các loài thủy động vật mà tác động lên các yếu tố có liên quan và ảnh hưởng trực tiếp hơn cũng như ảnh hưởng đến trạng thái, sinh thái của ao hồ, ví dụ sự phát triển của thủy thực vật (tảo). Yếu tố tác động gián tiếp chính có thể kể ra là: ảnh hưởng tới pH, ảnh hưởng tới sinh trưởng của thủy thực vật và độc tính của kim loại nặng trong nước.

pH của một nguồn nước được quyết định bởi dioxit carbon tan trong nước, axit carbonic (H_2CO_3), bicarbonat (HCO_3^-), carbonat (CO_3^{2-}) khoáng vật chứa carbonat (ví dụ đá vôi, dolomit). Khi dioxit carbon từ khí quyển tan vào nước, phần lớn sẽ chuyển hoá thành axit carbonic (H_2CO_3). Axit carbonic là một axit yếu nên phân ly (thành các ion) kém, mức độ phân ly phụ thuộc vào pH của môi trường theo các phản ứng sau:



Bước phân ly thứ nhất (3.3), hằng số phân ly của phản ứng là $\text{pK}_A = 6,3$, hằng số phân ly của bước sau (3.4) là 10,3. Điều đó có ý nghĩa như sau: tại pH = 6,3 nồng độ của H_2CO_3 và HCO_3^- là bằng

nhau, khi dịch chuyển pH hai đơn vị ($\text{pH} = 8,3$ và $6,3$) thì nồng độ của cấu tử bên phải hoặc trái sẽ lớn hơn nhau 100 lần. Ví dụ, khi $\text{pH} = 8,3$ nồng độ của HCO_3^- sẽ lớn hơn H_2CO_3 100 lần. Điều tương tự cũng xảy ra đối với phản ứng (3.4), tức là khi $\text{pH} = 10,3$ thì nồng độ của CO_3^{2-} cũng lớn gấp 100 lần so với nồng độ của HCO_3^- . Trong môi trường nước tự nhiên, ít khi pH vượt ra khỏi khoảng 5 - 9, vì vậy thành phần phân ly của axit H_2CO_3 chủ yếu là bicarbonat, HCO_3^- .

Độ kiềm do các thành phần từ dioxit carbon hay axit carbonic gọi là độ kiềm carbonat.

pH ban đầu của nước được xác định bởi bicarbonat trong nước nguồn và carbon dioxit trong khí quyển. Với nguồn nước mặt có độ kiềm ban đầu bằng 0, nằm ở trạng thái cân bằng với dioxit carbon trong không khí, pH của nước sẽ tăng từ 5,6 lên 8,4 khi độ kiềm tăng từ 0 đến 100 mg/l tính theo CaCO_3 . pH của môi trường biến động sau đó là do hoạt động sinh hoá xảy ra trong ao hồ, chủ yếu do hao hụt (quang hợp) hay sinh ra (hô hấp của động, thực vật) của khí dioxit carbon.

Độ kiềm carbonat của nước chẳng những quyết định giá trị pH ban đầu (chưa xảy ra quá trình sinh hoá) của nước mà còn quyết định “tính đệm” của nước, tức là sự biến động pH của môi trường nước khi đưa thêm vào nước một lượng axit hoặc kiềm nào đó.

Từ phản ứng (3.3), (3.4) có thể nhận biết được tính đệm của kiềm carbonat, ví dụ khi đưa thêm axit vào nước, cân bằng của phản ứng (3.3), (3.4) sẽ dịch chuyển về phía bên trái, tức là lượng axit (H^+) đưa vào được sử dụng (một phần, nhiều ít tùy thuộc vào nồng độ của HCO_3^-) để hình thành H_2CO_3 từ HCO_3^- , do bị tiêu hao H^+ cho phản ứng trên nên pH ($\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$) của nước sẽ bị biến động. Tương tự như vậy khi đưa thêm bazơ (OH^-) vào nước thì cân bằng của phản ứng (3.2), (3.3) dịch chuyển về phía bên phải do phản ứng giữa OH^- và H^+ tạo thành nước, lượng H^+ ở phía phải mất đi sẽ được “bù” từ các cấu tử ở phía bên trái để duy trì thế cân bằng của phản ứng, vì vậy nồng độ H^+ (pH) của môi trường thay đổi không nhiều khi đưa thêm bazơ vào nước. Đó chính là tính “đệm” của kiềm carbonat, tính “đệm” càng cao (pH ít biến đổi) khi độ kiềm carbonat của nước càng lớn.

Do quá trình quang hợp, hô hấp của động thực vật trong ngày thay đổi nên pH thay đổi theo (thấp về sáng sớm, cao về chiều hôm) nhưng khi độ kiềm carbonat của nước cao thì mức dao động pH trong ao hồ không lớn so với nguồn nước có độ kiềm thấp.

Độ kiềm và sự phát triển của thủy thực vật

Mức độ bón phân cho ao hồ phụ thuộc vào tốc độ phát triển sinh khối trong đó, thực vật mà chủ yếu là tảo chính là nguồn thức ăn cho thủy động vật ngay cả khi nguồn thức ăn chính là thức ăn tổng hợp vì chúng là nguồn cung cấp vitamin và các nguyên tố vi lượng. Trong các ao hồ tự nhiên có mối quan hệ chặt chẽ giữa sự phát triển của thủy thực vật (tảo) với độ kiềm của nước.

Mặc dù bicarbonat được một số loại thực vật sử dụng làm nguồn carbon để tổng hợp chất hữu cơ khi lượng khí dioxit carbon trong nước thấp, tuy nhiên nó chỉ có ảnh hưởng không nhiều đến sự phát triển của thực vật khi nguồn nước có đầy đủ nitơ và photpho. Vì vậy vai trò của kiềm trong nước chỉ mang tính chất gián tiếp về phương diện phát triển thực vật trong nước. Ví dụ trong các ao hồ tự nhiên không bón phân hoặc không bị ô nhiễm (nitơ, photpho) thì tốc độ tăng sinh khối thực vật chỉ phụ thuộc vào hàm lượng nitơ và photpho trong đó chứ ít phụ thuộc vào độ kiềm carbonat của nước. Với các ao hồ có bón phân đậm và lân, mối quan hệ thuận chiều giữa độ kiềm và tốc độ tăng trưởng sinh khối của thực vật hầu như không nhận thấy khi độ kiềm của nước cao hơn 20 mg/l theo CaCO_3 . Ví dụ trong các ao hồ nuôi cá có bón phân đủ cho thực vật phát triển bình thường, độ kiềm của nước dao động từ 20 – 120 mg/l ảnh hưởng không đáng kể đến tốc độ tăng sinh khối của tảo. Ngược lại trong ao hồ có độ kiềm từ 0 – 20 mg/l và có bón phân thì tốc độ tăng sinh khối của tảo tăng khi độ kiềm tăng. Trong các ao hồ có bón phân, khi tăng độ kiềm cho tới khoảng 20 mg/l thực ra là làm tăng lượng photpho tan trong nước mà thực vật có thể hấp thu được. Mặt khác khi tăng độ kiềm kéo theo pH tăng, khi đó tốc độ phân hủy chất hữu cơ của vi sinh vật được thúc đẩy, tức là tăng cường tốc độ của chu trình sử dụng dưỡng chất của thực vật.

Độ kiềm và độc tính của kim loại

Một số ion kim loại, đặc biệt là loại có hoá trị cao (Al^{3+}) hoặc một số các ion kim loại nặng (đồng, kẽm, cadmi, nickel) tồn tại trong nước dưới các dạng khác nhau. Trong môi trường pH thấp ion kim loại tồn tại ở trạng thái "trần trụi" với hoá trị cao nhất, ví dụ Al^{3+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} . Khi pH tăng các ion sẽ bị thủy phân theo từng bậc, ví dụ ion nhôm khi đó nằm ở các dạng $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, $\text{Al}(\text{OH})_2^+$, $\text{Al}(\text{OH})_3$ hoặc $\text{Zn}(\text{OH})^+$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, các dạng có hoá trị thấp hơn so với hoá trị khi chúng ở pH thấp. Những dạng có hoá trị thấp chứa nhóm OH còn gọi là phức chất hydroxyl, chúng thường có độc tính thấp hơn loại có hoá trị cao (cùng ion kim loại) và có độ tan thấp hơn. Trong một vùng pH nhất định, hydroxit dạng trung hoà như $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ có độ tan thấp, chúng kết tủa và vì vậy nồng độ của chúng trong nước rất thấp. Tuy nhiên nếu pH của môi trường tiếp tục tăng thì các ion sẽ tồn tại ở trạng thái tan, số nhóm hydroxyl trong phức chất cao hơn hoá trị của nó. Ví dụ đối với ion nhôm, ion Al^{3+} tồn tại ở $\text{pH} < 2$, khi tăng dần pH sẽ hình thành các dạng $\text{Al}(\text{OH})^{2+}$, $\text{Al}(\text{OH})_2^+$ và $\text{Al}(\text{OH})_3$. Trong khoảng $\text{pH} = 6,5 - 8,0$ dạng tồn tại chủ yếu là $\text{Al}(\text{OH})_3$ không tan, khi $\text{pH} > 8,5$ bắt đầu hình thành nhôm aluminat tan ($\text{Al}(\text{OH})_4^-$) và sẽ là thành phần chủ yếu khi $\text{pH} > 9,5$. Với các kim loại khác ta có hình ảnh tương tự. Độ kiềm cao có tác động tăng pH của môi trường tức là làm giảm độ tan của phần lớn các kim loại nặng và đa hoá trị, làm giảm độc tính của chúng đối với thủy động vật. Tuy vậy khi pH tăng quá cao (ít khi do độ kiềm carbonat) thì khả năng tan của chúng lại tăng lên gây ra độc tính.

3.5. ĐỘ CỨNG CỦA NƯỚC

Độ cứng của nước gây ra bởi các ion kim loại hoá trị +2 như Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Sr^{2+} cũng như một số ion kim loại hoá trị cao khác như Al^{3+} , Zn^{2+} và kể cả H^+ . Độ cứng của nước ban đầu được xem là một đặc trưng của nước có tác dụng gây ra hiện tượng kết tủa xà phòng. Xà phòng là muối natri hoặc kali của axit béo no hoặc không no, công

thức hoá học tổng quát là $R\text{-COONa(K)}$, trong đó R là mạch hydrocarbon có độ dài mạch khác nhau. Chỉ có dạng muối chứa K^+ , Na^+ và NH_4^+ là dễ tan, muối của các kim loại khác thuộc loại khó tan. Tính chất “hoạt động bề mặt” (tạo bọt) của xà phòng dựa trên tính kỵ nước của đuôi hydrocarbon R và đầu ưa nước COO^- trong mạch. Nhóm COO^- là một axit yếu nên khả năng phân ly thấp, chỉ phân ly ở vùng pH cao nên khi gặp H^+ chúng tạo thành axit dễ bị kết tủa (độ tan thấp). Khi gặp các ion khác như Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Sr^{2+} , chúng sẽ trao đổi với K^+ , Na^+ trong phân tử muối, các muối mới hình thành có độ tan thấp nên bị kết tủa. Để tránh hiện tượng kết tủa của xà phòng người ta thường trộn thêm muối natri photphat để kết tủa các ion kim loại (Ca^{2+} , Mg^{2+}) trước khi chúng trao đổi với K^+ , Na^+ trong xà phòng. Ở vùng pH của nước tự nhiên, thành phần gây kết tủa của xà phòng chủ yếu là Ca^{2+} và Mg^{2+} , các ion khác có nồng độ không đáng kể và nhìn chung hàm lượng của canxi thường cao hơn magie.

Vì vậy, độ cứng của nước được định nghĩa là một đặc trưng thể hiện nồng độ của canxi và magie trong nước. Đơn vị đo độ cứng được sử dụng khác nhau ở mỗi quốc gia, ví dụ ở Mỹ đơn vị đo độ cứng tính theo $CaCO_3$ (mg/l), tức là cứ 100 mg $CaCO_3$ thì có 40 mg Ca^{2+} , hoặc tính theo đương lượng gam val/l, tương ứng với 20 g Ca^{2+} /l. Tương tự đối với magie, nếu tính theo $CaCO_3$ thì khi hàm lượng magie là 24 mg/l sẽ tương ứng với 100 mg/l theo $CaCO_3$, còn đương lượng gam sẽ là 12 g/l (nguyên tử lượng của Mg là 24 và hóa trị của nó là +2).

Trong thành phần độ cứng người ta chia ra làm hai thành phần: độ cứng carbonat và phi carbonat. Về mặt giá trị: khi độ cứng tính theo đương lượng (tỷ lượng của phản ứng) cao hơn độ kiềm carbonat ($CO_3^{2-} + HCO_3^-$) thì phần tương ứng với độ kiềm carbonat gọi là độ cứng carbonat, phần dư ra gọi là độ cứng phi carbonat, phần dư ra chính là muối của Ca, Mg với các gốc khác như Cl^- , SO_4^{2-} . Đối với đời sống của các thủy động vật, canxi có vai trò quan trọng hơn so với magie, vì vậy nên khi xác định độ cứng đôi khi người ta tách riêng hai thành phần trên.

Độ cứng của nước tự nhiên có thể dao động từ vài đến cỡ chục ngàn mg/l theo CaCO_3 . Đặc trưng địa chất của các vực nước quyết định độ cứng của nước cũng như tỷ lệ nồng độ canxi và magie trong nước. Ca, Mg trong nước có nguồn gốc chủ yếu từ quá trình hoà tan của các khoáng vật kiềm thổ như đá vôi, dolomit (phản ứng (3.1), (3.2)). Nhiều nguồn nước ngọt có thành phần hay tỷ lệ giữa độ cứng và độ kiềm giống như từ phản ứng (3.1), (3.2), tuy vậy lượng Ca, Mg cũng có thể tăng thêm do hoà tan các khoáng vật khác như CaSO_4 (thạch cao) hoặc giảm đi do quá trình kết tủa hoặc trao đổi ion, đó chính là phần độ cứng phi carbonat.

Nước ngầm thông dụng có độ cứng từ 20 – 400 mg/l CaCO_3 . Giá trị cao hơn (tối trên 1000 mg/l) thường là ở các nguồn nước tiếp xúc trực tiếp với thạch cao (CaSO_4) hoặc các nguồn nước bị nước biển xâm nhập. Các loại nước này thường có độ cứng phi carbonat cao, tức là nồng độ cứng cao hơn nồng độ kiềm carbonat. Nguồn nước ngầm tiếp xúc trực tiếp với đá vôi có độ cứng trung bình hoặc cao, trong đó độ cứng carbonat là thành phần chủ yếu, tức là hàm lượng độ cứng xấp xỉ hàm lượng của độ kiềm carbonat. Nước ngầm có độ cứng thấp và độ kiềm cao thường là nước vùng đồng bằng ven biển, nước loại này chứa nhiều bicarbonat. Canxi và magie trong đó là do hoà tan từ đá vôi và tiếp xúc trực tiếp với bùn, sét chứa nhiều natri. Canxi, magie trong nguồn nước này giảm do quá trình trao đổi với natri trong đất sét với quá trình có tên gọi là “làm mềm tự nhiên”

Vực nước ngầm nằm trong vùng núi lửa hoặc các vùng chứa khoáng silicat (bazan, granit) có độ cứng và độ kiềm thấp do độ hoà tan thấp của các khoáng vật trên.

Nước mặt trong đất liền thường có độ cứng ít khi vượt quá 200 mg/l CaCO_3 . Nước mặt có độ cứng cao hơn thường là nước ở các vùng đất khô cằn có hàm lượng muối canxi, magie clorua hoặc sunfat lớn. Nước sông, suối chảy qua vùng núi đá vôi có độ cứng vừa phải. Nước biển có độ cứng khoảng 6500 mg/l CaCO_3 trong đó hàm lượng canxi chiếm khoảng 400 mg/l (1000 mg/l CaCO_3), lượng magie chiếm khoảng 1560 mg/l (5500 mg/l CaCO_3). Độ cứng của nước vùng ven bờ phụ thuộc vào mức độ pha loãng với nước ngọt.

Độ cứng của nước trong các ao hồ nuôi

Độ cứng của nước trong các ao hồ nuôi trước hết được quyết định bởi nguồn nước ban đầu đưa vào ao. Mặc dù axit trong đất ao hồ làm giảm độ kiềm của nước nhưng không tác động đến độ cứng. Độ cứng của nước trong ao hồ tăng khi trong lớp đáy ao có chứa đá vôi, nhất là khi nguồn nước ban đầu có độ cứng thấp. Quá trình hoà tan dần đá vôi làm tăng dần độ cứng và độ kiềm carbonat của nước và được thúc đẩy khi có mặt của khí dioxit carbon sinh ra do quá trình sinh hoá của động, thực vật. Độ cứng của nước trong ao hồ cũng biến đổi mạnh khi nước bị pha loãng (mưa, lụt) hoặc bay hơi (hạn hán).

Vai trò của độ cứng đối với động vật thủy sinh

Phần lớn động vật thủy sinh trong nước ngọt phát triển tốt trong khoảng độ cứng rộng, nhưng khả năng chống lại những yếu tố bất lợi khác tốt hơn trong điều kiện độ cứng cao. Độ cứng của nước cũng ảnh hưởng đến quá trình bón phân cho ao hồ. Độ cứng của nước biển rất cao nên nó ít tác động đến hoạt động bình thường của thủy động vật sống trong đó. Canxi là yếu tố cần thiết để tạo ra vỏ trứng cá cũng như tạo ra khung xương của các loại cá nhỏ trong nước ngọt. Canxi có ảnh hưởng đến quá trình vận chuyển ion qua màng (độ thấm qua màng), tức là tác động đến sự phát triển của phôi, đặc biệt đối với các nguồn nước có pH và độ muối thấp. Nhiều công trình nghiên cứu cho thấy, trứng và ấu trùng cá nước ngọt phát triển tốt khi độ cứng của nước cao hơn 10 mg/l CaCO_3 .

Canxi, magie là thành phần đa lượng cần thiết cho thủy động vật phát triển, chúng có thể hấp thu nguồn khoáng chất này từ nước. Một số loài cá non, cá lớn và nhuyễn thể vẫn có thể sống và phát triển trong nước rất nghèo canxi, magie nếu thành phần này có đủ trong các nguồn thức ăn. Mặc dù vậy tốc độ lớn của chúng chậm và khả năng thích nghi với sự biến động của các yếu tố môi trường bất lợi khác bị hạn chế.

Tôm nước ngọt cũng như tôm biển có lớp vỏ chứa chủ yếu là canxi, magie vì vậy chúng cần lượng khá lớn vào thời kỳ lột xác. Các loài nhuyễn thể hấp thu canxi và magie từ môi trường nước và nhìn chung nồng độ của các khoáng trên trong nước thoả mãn nhu cầu của chúng. Có rất nhiều bằng chứng cho thấy loài tôm sông có thể sống được trong nước có độ cứng nhỏ hơn 2 mg/l, nhưng để phát triển thuận lợi chúng cần có nhiều hơn và nhiều hơn so với các loài cá nước ngọt. Để phát triển tốt, các loài nhuyễn thể nước ngọt cần lượng canxi ít nhất là 50 mg/l theo CaCO_3 . Canxi có tác động lên quá trình thẩm nước và ion của màng mang cá. Màng có tính thẩm cao khi nồng độ canxi trong nước thấp vì vậy khả năng điều chỉnh áp suất thẩm thấu sẽ giảm, nhất là khi các yếu tố môi trường khác đồng thời tác động. Ví dụ, loạn chức năng điều hoà áp suất thẩm thấu do thay đổi đột ngột về độ muối, pH, nhiệt độ hay nồng độ amoniac sẽ trở nên nghiêm trọng hơn trong các nguồn nước nghèo canxi. Nhiều nghiên cứu cho thấy cá nước ngọt khi gặp một số yếu tố bất lợi có thể hoạt động khá bình thường khi nồng độ canxi trong nước nằm trong khoảng 10 – 20 mg Ca^{2+} /l (25 – 50 mg/l CaCO_3). Mặc dù sự có mặt của canxi trong nước là có lợi trong điều kiện môi trường chứa nhiều yếu tố gây sốc đối với thủy động vật, nhưng lượng canxi cao trong nước cũng không có tác dụng tốt hơn trong điều kiện môi trường bình thường. Ví dụ canxi với nồng độ từ 5 – 80 mg Ca/l hầu như không có tác động đến sự phát triển, mức độ hấp thu thức ăn và các yếu tố khác của loài cá vược. Tuy vậy, trong nuôi trồng thủy sản thâm canh các yếu tố bất lợi của môi trường luôn có nguy cơ xuất hiện nên sự có mặt của canxi trong nước với một nồng độ nào đó luôn mang lại lợi ích. Đối với mỗi loại, lượng canxi tối thiểu hoặc tối ưu trong nước là khác nhau. Nuôi giữ, vận chuyển thủy động vật rất dễ gây sốc bởi sự thay đổi đột ngột của môi trường, vì vậy sự có mặt của canxi là yếu tố thuận lợi cho chúng có điều kiện sống sót.

Canxi và magie trong nước có tác dụng hạn chế độc tính của một số kim loại nặng như đồng, kẽm, cadmi, crôm và nickel. Độc tính của các kim loại nặng trên được quy cho dạng ion hoá trị 2 của các kim

loại, chúng tạo ra liên kết (phức chất) với biểu mô của tế bào mang canxi và magie cũng là các ion hóa trị 2, chúng sẽ cạnh tranh, chiếm chỗ với các ion kim loại nặng vì vậy chúng có tác dụng bảo vệ. Cơ chế này hoàn toàn không phụ thuộc vào pH của môi trường nuôi.

Sự phát triển của thực vật phù du nhìn chung tăng khi độ cứng của nước tăng. Xu hướng trên có tính trùng hợp với nhau nhưng không phải là do sự có mặt đặc biệt của canxi và magie trong nước mặc dù chúng là những thành phần cần thiết đối với thực vật phù du. Độ cứng cao là một yếu tố chỉ thị về độ khoáng cao của nước và thông thường nước đó cũng chứa nhiều các chất khác, kể cả các thành phần dinh dưỡng cho thực vật. Thông thường nước có độ cứng cao thì cũng có độ kiềm cao vì nước có nguồn gốc từ vùng đá vôi. Nước có độ kiềm cao thường có pH từ mức trung hoà đến kiềm nhẹ vì vậy thích hợp cho thực vật phát triển hơn so với các nguồn nước có tính axit.

3.6. OXY HOÀ TAN

So với khí quyển, lượng oxy trong nước khi bão hoà ít hơn tới 40 lần tính theo thể tích, năng lượng sử dụng cho quá trình thở trong nước cũng tốn hơn nhiều do nước đặc và sánh hơn không khí, vì vậy oxy hoà tan trong nước thường không đáp ứng được cho hoạt động của thủy động vật, nhất là trong nuôi trồng thâm canh. Nồng độ oxy hoà tan trong nước biến động lớn hơn nhiều so với trong không khí, đặc biệt là do quá trình hô hấp và quang hợp của thủy thực vật. Trong điều kiện oxy hoà tan luôn thấp, thủy động vật rất lười ăn và lớn chậm, dễ bị nhiễm bệnh, còn nếu quá thấp chúng có thể chết.

Oxy trong nước tự nhiên

Nước ngầm chứa một lượng rất nhỏ oxy hoà tan vì các quá trình sinh học xảy ra khi nước thấm từ bề mặt vào lòng đất. Tuy vậy, một số nguồn nước ngầm có tiếp xúc với không khí, ví dụ chảy qua các

động đá vôi, thì cũng chứa một lượng oxy hoà tan nhất định. Trong các sông, suối không bị ô nhiễm bởi các chất tiêu hao oxy (chất hữu cơ) thì nồng độ oxy của nước đạt gần tới mức bão hoà do quá trình thấm từ không khí được thúc đẩy bởi các dòng chảy. Nước mặt của các dòng sông ô nhiễm chất hữu cơ có hàm lượng oxy hoà tan thấp do sự phân hủy vi sinh trong đó, nước từ các đập có dòng chảy ra từ đáy cũng chứa ít oxy. Trong các ao hồ, lượng oxy hoà tan cũng thường đạt mức gần bão hoà, khi trong đó có nhiều động vật và thực vật phù du thì nồng độ oxy biến động mạnh trong ngày: cao nhất vào cuối buổi chiều và thấp nhất vào sáng sớm. Một số ao, hồ có hiện tượng phân tầng nhiệt, tức là nước không được khuấy đảo từ dưới lên trên, nước ở tầng trên nóng hơn ở tầng dưới, do đó nước ở tầng dưới ít ánh sáng hạn chế sự phát triển của tảo, vì vậy ít oxy ở tầng nước sâu, ảnh hưởng tới hoạt động của các loại thủy động vật sống ở tầng sâu.

Oxy trong ao hồ nuôi thả thủy sản do các nguồn: thấm từ không khí, quang hợp của thủy thực vật, hô hấp của thủy sinh vật. Sự khác biệt về oxy trong ao hồ nuôi so với các nguồn nước mặt tự nhiên khác chính là do lượng sinh khối thực vật, động vật, vi sinh hoạt động trong đó. Trong ao hồ nuôi thâm canh, lượng oxy trong nước được quyết định chủ yếu bởi các hoạt động sinh hoá, lượng oxy thấm từ không khí chỉ có vai trò thứ yếu, trái ngược với các nguồn nước tự nhiên hoặc trong các ao hồ nuôi quảng canh. Cũng trong ao hồ nuôi thâm canh, sự dao động của oxy trong ngày rất lớn: cao về chiều hôm và thấp vào sáng sớm, vì lý do đó người ta thường phải sục khí bổ sung cho ao hồ sao cho nồng độ oxy không dưới mức gây hại cho đời sống thủy động vật.

Vận chuyển oxy trong cơ thể cá được thực hiện bởi hồng cầu, cụ thể do hợp chất hemoglobin, mặc dù cũng có một phần nhỏ (dưới 5%) oxy được vận chuyển qua dịch tương. Hemoglobin và oxy kết hợp với nhau một cách lỏng lẻo, hemoglobin đã mất oxy sẵn sàng tiếp nhận oxy tại mang và nhả oxy vào các tế bào trong cơ thể động vật. Quá trình kết hợp hoặc nhả oxy được thực hiện do sức căng của oxy: tại mang sức căng của oxy lớn hơn so với trong máu vì vậy nó “gắn” vào

hemoglobin. Trong tế bào oxy bị tiêu thụ rất nhanh và các dịch bào có sức căng thấp, khi đó oxy được hemoglobin nhả ra.

Vận chuyển oxy qua hemoglobin ở từng loài cá có sự khác nhau: cá sống trong vùng lạnh và ấm thể hiện tính khác nhau. Cá hồi, loại ưa hoạt động, sống quen trong môi trường giàu oxy thường có hemoglobin có tính “ái lực” thấp, tức là rất dễ nhả oxy cho tế bào, điều đó rất có ích khi cơ thể cần nhiều oxy cho hoạt động, tuy vậy điều bất lợi là hiệu suất “gắn” oxy vào hemoglobin tại mang không cao khi độ căng oxy không đủ lớn. Với loại cá có hemoglobin ái lực thấp chỉ có thể sống tại môi trường có đầy đủ oxy. Ngược lại, loài cá có hệ hemoglobin ái lực cao, chủ yếu là cá sống trong vùng nước ấm. Với loại cá này, hemoglobin dễ dàng tiếp nhận oxy tại mang với một khoảng sức căng rộng, tức là tiếp thu nhiều oxy hơn so với loại hemoglobin ái lực thấp trong cùng điều kiện. Nhược điểm của hệ hemoglobin ái lực cao là nhả ít oxy cho tế bào nếu trong tế bào độ căng của oxy không đủ nhỏ. Cá có hệ hemoglobin ái lực cao thường ít hoạt động.

Ái lực của hemoglobin đối với oxy phụ thuộc vào pH của máu. Nhìn chung khi pH của máu giảm thì ái lực của hemoglobin đối với oxy cũng giảm theo. Lợi ích của hiện tượng sinh lý này được gọi là “hiệu ứng Bohr”. Carbon dioxit và các axit sinh ra do quá trình trao đổi chất tại tế bào làm giảm pH của dịch tương và kéo theo làm giảm ái lực của hemoglobin đối với oxy, khi đó quá trình nhả oxy cho tế bào thuận lợi.

Hiệu ứng Bohr thay đổi đối với từng loại cá, phản ánh điều kiện môi trường chúng tồn tại. Nhìn chung cá sống trong vùng nước ấm có hiệu ứng Bohr thấp hơn so với loài sống trong vùng nước lạnh. Hiệu ứng Bohr mạnh đối với cá nước lạnh có lợi ích là nhả được nhiều oxy cho tế bào khi chúng hoạt động mạnh. Ngược lại nếu hiệu ứng này mạnh đối với cá sống trong vùng nước ấm thì sẽ bất lợi vì trong các nguồn nước ấm sẽ có những thời điểm mà nồng độ carbon dioxit cao trong môi trường, trong điều kiện đó mà hiệu ứng Bohr mạnh sẽ hạn

chế sự tiếp nhận oxy của hemoglobin tại mang cá, đặc biệt nguy hại hơn là thường khi nồng độ carbon dioxit cao thường là lúc nồng độ oxy rất thấp. Do hiệu ứng Bohr không mạnh nên một số loài cá nước ấm như cá chép, cá da trơn có thể chịu đựng được điều kiện môi trường giàu carbon dioxit.

Thủy động vật không xương sống không có hệ hemoglobin chúng thường có loại pigmen hemocyanin, pigmen này hoạt động tương tự như hemoglobin.

Cá nước ngọt thường được chia ra loại sống trong nước lạnh và nước ấm về phương diện nhu cầu oxy. Cá nước lạnh thường nhạy cảm hơn với sự thiếu oxy trong máu so với cá nước ấm, ví dụ để sinh trưởng và phát triển tốt, cá hồi cần được sống trong môi trường có nồng độ oxy 5 - 6 mg/l, còn cá nước ấm thì cần 3 - 4 mg/l.

Rất khó đưa ra được giới hạn chính xác về nồng độ oxy tối thiểu đối với các loài thủy sản vì tương tác đồng thời của nhiều yếu tố trong môi trường. Trong thực tế người ta nhận thấy đối với cá nước ấm sẽ ăn tốt, phát triển nhanh, khỏe khi nồng độ oxy đạt giá trị trên 5 mg/l. Khi nồng độ dưới 5 mg/l thì cá đã có phản ứng, tự điều chỉnh một số quá trình thay đổi sinh lý, ví dụ ít hoạt động hơn nhằm giảm thiểu lượng oxy tiêu thụ hoặc tăng cường hoạt động của mang cá để trao đổi khí được nhiều hơn. Sự thích nghi này cho phép chúng sống sót được một số ngày trong điều kiện nồng độ oxy ở mức 1 - 2 mg/l. Tuy nhiên mức độ chịu đựng bằng cách thay đổi tập tính sinh hoạt cũng chỉ có giới hạn, nếu vượt quá khả năng chịu đựng chúng thường ngoi lên mặt nước để thu được nhiều oxy từ lớp nước mặt thậm chí không khí, khi đó là nồng độ oxy đã ở mức gần chết đối với thủy động vật. Trong điều kiện đó chúng có thể sống thêm được một thời gian ngắn nhờ năng lượng của quá trình thủy phân glucoza hoặc quá trình phân hủy yếm khí. Tuy vậy, các sản phẩm axit sinh ra từ các quá trình trên làm giảm pH của máu và giảm ái lực của hemoglobin đối với oxy, tức là giảm quá trình hấp thụ và vận chuyển oxy cho tế bào. Khi đó cá sẽ chết.

Trong điều kiện nồng độ oxy 0,3 - 0,5 mg/l cá lớn có thể sống được vài giờ, cá bột cũng có thể sống sót vài giờ ở nồng độ oxy thấp hơn. Cá nhỏ tiêu thụ nhiều oxy trên đơn vị khối lượng cơ thể nhưng nó được bù lại là tỷ lệ cao giữa diện tích mang cá so với khối lượng cơ thể. Cá nhỏ tận dụng được nhiều oxy ở lớp nước mặt hơn so với cá lớn.

Nghiên cứu về oxy trong ao hồ nuôi thả đối với cá sống trong nước ấm cho thấy:

Nồng độ oxy hoà tan trong nước đối với cá nước ấm không nên nhỏ hơn 5 mg/l ít nhất là 16 giờ / 24 giờ. Nồng độ oxy có thể nhỏ hơn 5 mg/l nhưng không quá 8 giờ / 24 giờ, nhưng không nên có thời điểm nào dưới 3 mg/l.

Mức chịu đựng của cá nước lạnh kém hơn cá nước ấm, cá hồi sẽ chết khi nồng độ oxy nằm trong khoảng 2,5 - 3,5 mg/l, nó sẽ phát triển không bình thường khi nồng độ oxy dưới 5 mg/l.

Mặc dù cá nước lạnh cũng có thể sống sót trong điều kiện nồng độ oxy thấp, đặc biệt dưới điều kiện ít carbon dioxit, tuy vậy đó là điều kiện có hại.

Mức độ hấp thụ thức ăn của cá phụ thuộc vào nồng độ oxy trong nước, hiệu quả sử dụng thức ăn (lớn, tăng cân) tăng lên cùng với nồng độ oxy. Thiếu oxy cũng là tác nhân gây bệnh truyền nhiễm cho cá.

Nhuyễn thể cũng phản ứng tương tự như cá về phương diện yếu tố oxy. Nhuyễn thể sống trong nước ấm cũng tương tự như cá sống trong đó, nhuyễn thể trong nước lạnh có mức độ chịu đựng kém hơn so với cá sống trong nước lạnh.

Mức oxy gây chết đối với tôm là 0,5 - 1,0 mg/l tùy thuộc vào loại, kích thước và các yếu tố môi trường khác. Trong môi trường thiếu oxy tôm không lớn được, mức độ tiêu thụ thức ăn kém, chậm lột xác. Nồng độ oxy dưới mức 4 - 5 mg/l đã ảnh hưởng rõ rệt lên đời sống của tôm.

Trong các ao hồ nuôi thâm canh, nồng độ oxy trong nước dao động rất mạnh, có thể trên 15 mg/l hoặc dưới mức 4 - 5 mg/l. Nồng độ oxy trên mức bão hoà cũng không mang lại lợi ích đối với tôm cá vì khả năng chuyển tải oxy của máu cũng đã đạt mức tối đa khi độ bão hoà oxy đạt 100%. Khi độ bão hoà đạt trên 300% (25 - 40 mg/l) thì có hại, gây độc cho cá và bị sốc bởi bọt khí. Sự thiếu oxy trong máu không chỉ vì lý do duy nhất là môi trường thiếu oxy mà còn do một loạt các nguyên nhân khác như sự tăng cường các quá trình sinh hoá, tốc độ khuếch tán oxy từ nước vào cơ thể. Sự thiếu oxy trong máu có thể xảy ra ngay cả khi nồng độ oxy trong nước đạt gần mức bão hoà. Khi mức oxy khoảng 2 - 3 mg/l, thủy động vật có dấu hiệu bất thường về hô hấp như ngáp, nổi lên mặt nước hoặc đối với loài nhuyễn thể thì chúng trườn lên khỏi nước. Thiếu oxy trong máu cũng có thể xảy ra khi lượng oxy không thấp lắm nhưng hoạt động sinh hoá tăng, ví dụ khi ăn nhiều khả năng chịu đựng của chúng do thiếu oxy sẽ kém đi. Chỉ nên cho cá ăn khi nồng độ oxy đạt trên 5 mg/l và không nên cho ăn khi oxy nằm ở mức 3 - 4 mg/l. Cá hoạt động tích cực (phải bơi nhiều) cũng dễ dẫn tới thiếu oxy trong máu, dẫn tới mệt và có thể chết ngay cả khi lượng oxy trong nước dường như được xem là đủ.

Một số loại bệnh truyền nhiễm và điều kiện môi trường cũng tác động đến hiệu quả của quá trình khuếch tán oxy qua mang cá. Nhiễm trùng mang cá do các loài ký sinh sẽ làm giảm diện tích tiếp xúc của mang cá, dẫn tới giảm dòng khuếch tán của oxy vào máu. Một số loài vi sinh cũng gây hại cho mang cá. Một số độc chất như kim loại nặng (đồng, kẽm) hoặc các chất bảo vệ thực vật hoặc pH quá cao hay quá thấp cũng ảnh hưởng tới mang cá, tức là đến khả năng hấp thu oxy của thủy động vật. Độc chất hay những điều kiện gây hại đến chức năng hoạt động của hemoglobin hay hemocyanin gây trầm trọng thêm sự tác hại của điều kiện thiếu oxy cho tế bào. Bệnh thiếu máu gây ra bởi thiếu dinh dưỡng, bệnh truyền nhiễm hay độc tố sẽ dẫn đến việc cấp không đủ oxy cho tế bào. Nitrit chuyển hoá hemoglobin thành dạng không thể chuyển tải oxy cho cơ thể dẫn tới thiếu máu. Carbon dioxit kìm hãm quá trình hấp thu oxy của mang

cá do làm giảm ái lực của hemoglobin đối với oxy. Hoạt động của hemoglobin cũng bị ảnh hưởng bởi lượng axit trong máu gây ra bởi sự có mặt của amoniac, pH của môi trường thấp, nồng độ carbon dioxit cao hoặc do vận động quá mức.

3.7. CARBON DIOXIT

Carbon dioxit (khí carbonic) tan tốt trong nước, sinh ra trong quá trình hô hấp của động, thực vật và bị tiêu thụ do quá trình quang hợp của thực vật. Trong môi trường nước, nồng độ carbon dioxit thường tỷ lệ nghịch với nồng độ oxy hoà tan. Carbon dioxit trong ao hồ nuôi có ảnh hưởng đến: ức chế thủy động vật, ảnh hưởng đến pH của môi trường, ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo.

Tuy có độ tan trong nước cao, nhưng nồng độ của carbon dioxit trong nước không lớn do nồng độ của nó trong không khí rất thấp (khoảng 0,035% thể tích khí). Hoạt động sinh hoá gây ra sự biến động lớn hơn đối với vùng nồng độ carbon dioxit trong nước.

Nước ngầm có nồng độ carbon dioxit thấp, từ một vài tới 100 mg/l, có nguồn gốc chủ yếu bởi các hoạt động sinh hoá: phân hủy yếm khí, hiếu khí chất hữu cơ trong đất, nước thấm từ các nguồn giàu carbon dioxit. Nhìn chung nước ngầm từ các khu vực chứa khoáng silicat thường giàu khí carbonic hơn là nước từ vùng núi đá vôi do một phần khí đã phản ứng với đá vôi tạo ra thành phần bicarbonat.

Nồng độ carbon dioxit trong các nguồn nước mặt phụ thuộc vào mối tương quan giữa: tốc độ hô hấp, quang hợp, khuếch tán khí từ khí vào nước hay ngược lại.

Trong các nguồn nước mặt không bị ô nhiễm, phần đóng góp carbon dioxit do các hoạt động sinh hoá không đáng kể, đó là các nguồn nước sông, suối, ao hồ, nước ven biển hoặc nước mặn, nồng độ khí CO₂ trong đó được quyết định chủ yếu bởi quá trình khuếch tán từ pha khí xuống vì vậy nên thường nhỏ hơn 5 mg/l, sự dao động trong ngày rất nhỏ. Với các nguồn nước có sự phân tầng nhiệt thì lớp nước dưới đáy có thể giàu carbon dioxit hơn lớp nước phía trên do quá

trình phân hủy chất hữu cơ trong bùn đáy và do không bị tiêu hao bởi quá trình quang hợp vì thiếu ánh sáng và do không bị khuếch tán vào không khí.

Trong các ao hồ nuôi thả, hoạt động sinh hoá trong đó diễn ra mãnh liệt hơn nhiều so với các nguồn nước trong tự nhiên (không kể các nguồn bị ô nhiễm nặng bởi các chất hữu cơ, hợp chất nitơ và photpho). Cũng giống như oxy hoà tan, diễn biến của carbon dioxit trong nước được quyết định bởi quá trình quang hợp và hô hấp. Sự biến động nồng độ CO_2 trong ngày phụ thuộc vào quá trình quang hoá và hô hấp của thực vật. Điều kiện thuận lợi cho tảo quang hợp (mật độ cao, ánh sáng nhiều, khí hậu ấm) đồng nghĩa với mức độ tiêu hao mạnh carbon dioxit trong nước. Vì vậy nồng độ CO_2 sẽ rất thấp vào cuối chiều nắng nóng, đặc biệt trong các ao hồ có mật độ tảo cao. Về đêm, quá trình quang hợp bị ức chế và nồng độ carbon dioxit tăng lên. Nồng độ CO_2 trong ao nuôi dao động từ 0 mg/l vào chiều hôm tới 5 - 10 mg/l vào sáng sớm. Vào những ngày tối trời, nhiều mây quá trình quang hợp bị ức chế, nồng độ CO_2 cao có thể kéo dài theo thời gian trong ngày. Nồng độ CO_2 cao đột biến vào thời điểm tảo chết. Sau thời kỳ bùng nổ, tảo có thể chết do nguyên nhân tự nhiên hoặc do biện pháp diệt chủ động, tảo chết lắng xuống đáy hồ, bị phân hủy và sinh ra khí CO_2 , nồng độ CO_2 có thể đạt trên 20 mg/l.

Nồng độ CO_2 cao (60 - 80 mg/l) có hiệu ứng gây mê đối với thủy động vật và cao hơn có thể gây chết. Nồng độ CO_2 cao trong nước kìm hãm quá trình thải CO_2 từ cơ thể qua màng, làm tăng lượng CO_2 trong máu và giảm pH. Khi đó khả năng tiếp nhận oxy của hemoglobin bị giảm ngay cả khi nồng độ oxy vẫn đủ. Nồng độ CO_2 lớn làm giảm khả năng hô hấp và khả năng chịu đựng khi nồng độ oxy trong môi trường thấp.

Khi tan trong nước khí CO_2 tạo thành axit carbonic, một loại axit yếu. Khi pH của môi trường cao thì axit carbonic phân ly thành bicarbonat và carbonat (xem phần 3.4). Khi biết được pH, nhiệt độ và độ kiềm của nước có thể tính được khí CO_2 trong nước.

Nhìn chung khí CO_2 tan trong nước thúc đẩy sự phát triển của tảo nhưng nhìn chung là yếu tố có hại cho đời sống của các loài thủy động vật.

3.8. AMONIAC

Amoniac là chất bài tiết dạng nitơ của hầu hết các loài thủy động vật, một số loài bài tiết dạng urin nhưng dễ dàng chuyển hoá thành amoniac và carbon dioxit. Amoniac cũng hình thành từ quá trình phân hủy chất hữu cơ chứa nitơ như thức ăn tổng hợp (protein) hay phân hủy tảo chết. Amoniac tồn tại trong nước ở thể cân bằng với ion amoni, tại $\text{pH} = 9,25$ thì lượng amoni bằng lượng amoniac, tại vùng pH cao thì dạng tồn tại sẽ dịch chuyển về amoniac và ngược lại. Trong hai dạng tồn tại trên thì amoniac (NH_3) là dạng gây độc đối với thủy động vật. Amoniac và amoni là dạng phân đạm ưa chuộng của thực vật, nó thúc đẩy sự phát triển mạnh của tảo trong các ao hồ nuôi.

Trong nước ngầm nồng độ amoniac rất khác biệt nhau tùy từng vùng, tại vùng đồng bằng Bắc bộ hầu hết các nguồn nước ngầm đều chứa amoniac với nồng độ rất cao, có thể tới trên 100 mg/l, giá trị thường gặp là 10 - 40 mg/l. Hàm lượng amoniac cao trong nước ngầm có thể do nguyên nhân tiếp xúc với các nguồn chất hữu cơ phân hủy (than bùn) hoặc do quá trình thối của phân hoá học (ure) sử dụng trong canh tác nông nghiệp.

Nước mặt chứa ít amoniac trừ trường hợp nguồn nước đó bị ô nhiễm bởi các chất thải công nghiệp, sinh hoạt hoặc nông nghiệp.

Trong một số ao hồ nuôi người ta thường bón phân hoá học hoặc bón phân hữu cơ để thúc đẩy tảo phát triển tạo thêm nguồn thức ăn cho thủy động vật. Trong các ao hồ đó, hàm lượng amoniac thường nhỏ trừ trường hợp có sự cố như tảo chết hàng loạt. Nếu nồng độ amoniac vượt quá 1 mg/l thì đó là tín hiệu bón dư thừa phân, tảo không sử dụng hết. Khi cơ thể động vật đồng hoá protein trong thức ăn thì một phần chuyển thành amoniac và thâm nhập vào nguồn

nước qua chất bài tiết. Nồng độ amoniac trong các ao hồ nuôi tỷ lệ thuận với lượng thức ăn sử dụng. Người ta tính rằng, trung bình khi sử dụng 1 kg thức ăn tổng hợp loại giàu đạm (25 - 40% protein thô), thủy động vật sẽ bài tiết 30 g amoniac vào nước. Với ao nuôi 1 ha có độ sâu 1 m (10.000 m^3) mỗi ngày sử dụng 50 kg thức ăn tổng hợp, lượng amoniac thâm nhập vào ao sẽ là 1,5 kg, tương ứng với mức tăng nồng độ 0,15 mg/l trong một ngày. Nếu không bị mất đi thì chỉ vài ngày mức tích tụ của amoniac đã đạt mức gây hại cho thủy động vật. Rất may mắn là trong các ao hồ luôn diễn ra các quá trình dẫn đến tiêu thụ amoniac, đặc biệt là quá trình quang hợp của tảo. Sinh khối tảo phát triển rất nhanh và chứa tới 50% protein (khối lượng khô) hoặc tương ứng với 8 - 10% tính theo nitơ. Dưới điều kiện nóng ẩm và nhiều ánh sáng tảo càng có cơ hội phát triển nhanh. Chính vì lý do đó nên trong nhiều trường hợp với mức độ sử dụng thức ăn tới 100 kg/(ha. ngày) kéo dài cả tháng mà nồng độ amoniac trong ao hồ vẫn giữ được ở mức không quá cao. Sự tích tụ amoniac trong ao hồ phụ thuộc vào khả năng sinh ra và tiêu hao trong đó, và điều đó phụ thuộc rất nhiều vào yếu tố ngoại cảnh như nhiệt độ, độ sáng, điều kiện để tảo sinh trưởng hay hô hấp của chúng. Trong các ao hồ có sử dụng nhiều thức ăn và điều kiện phát triển của tảo không thuận lợi thì nồng độ amoniac thường là cao.

Nồng độ amoniac được quyết định bởi tổng nồng độ amoni và amoniac, nhiệt độ và pH của môi trường. Trong ngày các yếu tố nhiệt độ, pH thay đổi nên nồng độ amoniac cũng thay đổi theo. Ví dụ với một nồng độ tổng nhất định, nồng độ amoniac cao ở lớp nước mặt, khi trời ấm, vào cuối chiều hôm, tức là khi pH và nhiệt độ tăng. Về đêm khi nhiệt độ và pH giảm (do quá trình hô hấp sinh ra carbon dioxit) thì nồng độ amoniac giảm.

Chất bài tiết của cơ thể thủy động vật chủ yếu là dưới dạng amoniac được máu vận chuyển tới mang, khuếch tán ra môi trường nước nhờ sự chênh lệch nồng độ. Khi nồng độ amoniac trong nước thấp, quá trình khuếch tán xảy ra thuận lợi. Khi pH môi trường thấp, amoniac cũng thấp tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình bài tiết. Khi lượng amoniac trong máu giảm, cân bằng giữa amoni và

amoniac bị phá hủy, amoniac tiếp tục hình thành từ amoni và tiếp tục thải ra ngoài với điều kiện nồng độ amoniac ngoài môi trường nước thấp. Trong trường hợp amoniac trong nước cao, quá trình khuếch tán amoniac ra ngoài giảm thì nó sẽ tích tụ lại trong máu và trong tế bào. Trong trường hợp mà nồng độ amoniac trong nước cao hơn trong máu thì sẽ xảy ra quá trình khuếch tán ngược lại, từ nước vào máu, khi đó nồng độ amoniac trong máu tăng nhanh.

Độc tính của amoniac trước hết có liên quan đến khả năng khuếch tán của amoniac từ trong cơ thể ra ngoài môi trường nước. Thông thường khi phân tích amoniac trong nước, giá trị nhận được là tổng của amoni và amoniac, amoniac chỉ chiếm một tỷ lệ nhỏ trong tổng số trong điều kiện tự nhiên, ví dụ với pH nằm trong khoảng 7 - 8, nhiệt độ là 30°C, amoniac chỉ chiếm 7 - 8% của tổng. Biết pH, nhiệt độ và tổng amoni - amoniac có thể tính hoặc tra bảng giá trị của amoniac (bảng 3.2).

Bảng 3.2. Tỷ lệ phần trăm giữa $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ phụ thuộc vào nhiệt độ và pH

pH Nhiệt độ	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
1	0,009	0,028	0,090	0,280	0,890	2,770	8,250	22,10
10	0,019	0,059	0,190	0,590	1,830	5,560	15,70	37,10
20	0,040	0,125	0,400	1,240	3,820	11,20	28,40	55,70
30	0,081	0,254	0,800	2,480	7,460	20,30	44,60	71,80

Cơ chế gây độc cấp tính của amoniac đối với thủy động vật có liên quan đến sự ức chế quá trình sinh ra năng lượng trong hệ thần kinh trung ương. Quá trình ức chế xảy ra khi tôm cá sống trong môi trường có nồng độ amoniac cao hơn 1 - 2 mg/l trong thời gian vài giờ.

Liều gây chết (48 - 96 h) LC 50 của amoniac đối với tôm, cá nằm trong khoảng 0,2 - 3 mg/l tùy thuộc vào loài, độ tuổi và trạng thái hoạt động. Ví dụ cá nước biển có khả năng chịu đựng mức amoniac cao hơn cá nước ngọt, loài nhuyễn thể có khả năng chịu đựng amoniac tương đương với cá. Mức độ chịu đựng cũng phụ thuộc vào

tuổi, giai đoạn trứng cá là giai đoạn chịu đựng tốt nhất, giai đoạn bắt đầu cho ăn là giai đoạn chịu đựng kém nhất, cá nhỏ và cá trưởng thành có mức chịu đựng ngang nhau. Loài nhuyễn thể chịu đựng tốt khi đã trưởng thành, chịu đựng kém khi còn nhỏ.

Khả năng chịu đựng amoniac của thủy động vật phụ thuộc vào các yếu tố môi trường khác: amoniac trở nên độc hơn khi nồng độ oxy hoà tan thấp. Ví dụ loại tôm nhỏ tiếp xúc với môi trường có nồng độ amoniac là 1,6 mg/l thì 90% chết khi nồng độ oxy hoà tan là 2,3 mg/l, khi nồng độ oxy hoà tan là 5,7 mg/l thì chỉ 33% bị chết. Tác hại của nồng độ oxy hoà tan thấp được bù trừ lại một phần trong ao hồ nuôi vì khi nồng độ oxy thấp là lúc nồng độ carbon dioxit cao, khi carbon dioxit cao thì pH giảm, khi đó tỷ lệ amoniac so với amoni (hoặc tổng) thấp, tức là giảm độc tính của amoniac. Tác hại của amoniac cũng được hạn chế khi thủy động vật sống trong môi trường có độ muối tối ưu và nồng độ canxi cao.

Mặc dù nồng độ amoniac (tổng) biến động không lớn trong ngày nhưng do pH trong ao hồ biến động mạnh nên lượng amoniac trung hoà cũng biến động theo, có thể từ mức vết vào sáng sớm và cao hơn 1 mg/l vào chiều hôm. Nhìn chung một số diễn biến trong ao hồ hạn chế độc tính của amoniac và để có thể tận dụng được các hiệu ứng có lợi đó cần phải nắm được diễn biến của chúng.

3.9. NITRIT

Nitrit (NO_2^-) trong nước có thể do các nguồn ô nhiễm xâm nhập vào hoặc là hợp chất trung gian của quá trình phân hủy sinh ra từ amoniac thành nitrat. Nó cũng là tác nhân gây độc đối với động vật thủy sinh.

Trong quá trình phân hủy vi sinh, nitrit là một chất trung gian có độ bền không lớn lắm, dễ chuyển hoá thành nitrat ngay trong điều kiện môi trường tự nhiên. Nitrit đồng thời cũng là hợp chất trung gian của quá trình khử nitrat về dạng khí nitơ trong điều kiện thiếu khí, vì vậy nó cũng có thể tích tụ ở lớp đáy hoặc trong lớp bùn đáy.

Trong môi trường nước tự nhiên nồng độ nitrit thường rất thấp trừ các nguồn nước bị ô nhiễm. Với các ao hồ nuôi thâm canh sử dụng nhiều thức ăn tổng hợp, bón phân hữu cơ hoặc hoá học thì dễ dàng phát hiện được nitrit ở một mức độ nào đó. Sự tồn tại của nitrit trong các ao hồ nuôi kể trên là do sự chuyển hoá các thành phần giàu đạm: nitrat hoá và khử nitrat, trong cả hai quá trình trên nitrit đều là sản phẩm trung gian. Mặc dù nitrit được sinh ra từ cả hai quá trình, nhưng phần đóng góp chính là do quá trình oxy hoá amoniac (nitrat hoá), vì vậy trong các ao hồ có nồng độ amoniac cao và các điều kiện hạn chế quá trình oxy hoá nitrit thành nitrat (ví dụ ít oxy hoà tan) thì nồng độ nitrit cũng thường cao.

Nitrit tích tụ cao trong nước trong các trường hợp: tăng amoniac đột biến do tảo hoặc thực vật chết hàng loạt do nguyên nhân tự nhiên hoặc chủ động. Thực vật chết sẽ bị phân hủy và sẽ thải ra một lượng lớn amoniac kéo theo đó là sự hoạt động mạnh của chúng vi sinh tự dưỡng. Vì là sản phẩm trung gian của quá trình oxy hoá amoniac nên nồng độ nitrit sẽ tăng, đạt cực đại và giảm dần theo thời gian tức là khi nó tiếp tục chuyển hoá thành nitrat.

Do tốc độ oxy hoá amoniac phụ thuộc vào nhiệt độ, tức là phụ thuộc vào mùa trong năm nên mức độ tích tụ nitrit trong ao hồ cũng phụ thuộc vào mùa: thấp vào mùa đông và mùa hạ, cao về mùa thu và mùa xuân. Về mùa hạ do nguồn nguyên liệu là amoniac bị tảo hấp thu mạnh nên nồng độ thấp vì vậy nitrit trong nước cũng thấp. Về mùa thu tốc độ phát triển của tảo thấp, nồng độ amoniac tăng, kéo nồng độ nitrit tăng theo. Do sự biến động của các yếu tố trong mùa thu tác động đến sự hình thành và tiêu hao nitrit nên nồng độ của nitrit có thể đạt tới 3 - 4 mg/l, trong khi về mùa hè nồng độ nitrit ít khi vượt quá 0,05 mg/l. Trong mùa đông, mặc dù nồng độ amoniac cao nhưng do quá trình oxy hoá thấp nên nồng độ nitrit cũng thấp chủ yếu do điều kiện thời tiết lạnh. Đầu mùa xuân điều kiện thời tiết gần giống mùa thu vì vậy nồng độ nitrit trong ao hồ cũng thường cao.

Nitrit thâm nhập vào cơ thể cá qua mang: Tại vùng pH rất thấp nitrit tồn tại trong phân tử axit nitơ (HNO_2) trung hoà vì nó là axit

yếu. Tuy nhiên trong môi trường pH thông thường nitrit tồn tại dưới dạng anion NO_2^- , vì vậy nó xâm nhập vào cơ thể cá giống như ion clorua (Cl^-). Khi vào máu nitrit oxy hoá ion sắt hoá trị 2 (Fe^{2+}) trong hemoglobin thành sắt hoá trị 3 (Fe^{3+}) làm máu chuyển thành dạng máu nâu, có thể nhận biết rất rõ khi tỷ lệ loại máu này vượt quá 20%. Hiện tượng trên thường được biết với tên “bệnh máu màu nâu” và thành phần chứa sắt hoá trị +3 có tên là methemoglobin. Methemoglobin không có khả năng vận chuyển oxy, vì thế ảnh hưởng đến quá trình hô hấp, trao đổi chất của cá. Mức độ tác động xấu phụ thuộc vào tỷ lệ methemoglobin trong máu, và được quyết định bởi tốc độ hấp thu nitrit cũng như tốc độ phục hồi hemoglobin từ methemoglobin nhờ hệ men reductase trong máu.

Máu chứa nhiều methemoglobin giảm khả năng vận chuyển oxy cho tế bào hạn chế hoạt động của nó và đồng thời làm giảm khả năng chống nhiễm khuẩn của thủy động vật. Khả năng chịu đựng nitrit của các loài cá rất khác nhau và cơ sở của sự khác biệt đó liên quan đến cơ chế về khả năng hấp thu nitrit và clorua có chọn lọc hay không. Một số loại cá có mang hấp thu dạng tích cực, không phân biệt giữa nitrit và clorua thì nồng độ nitrit trong máu cao nên dễ bị ngộ độc bởi nitrit, đó là cá rô phi, cá chép, cá da trơn hay cá hồi suối, phần lớn là các loài cá thông dụng.

Do nitrit và clorua thâm nhập vào máu theo cùng một cơ chế nên lượng nitrit trong máu phụ thuộc vào tỷ lệ giữa clorua và nitrit trong môi trường. Tăng nồng độ clorua hay giảm nồng độ nitrit trong môi trường đều là yếu tố làm giảm nitrit, tức là giảm methemoglobin trong máu. Đó chính là cơ sở của giải pháp xử lý rẻ tiền khi môi trường tích tụ nhiều nitrit - đưa thêm muối ăn vào môi trường.

Có một số loài cá khi hấp thu anion có sự phân biệt giữa nitrit và clorua nên ngăn cản được phần lớn nitrit từ môi trường vào máu, những loại cá trên có sức chịu đựng cao đối với nitrit ngay cả khi nồng độ clorua trong môi trường thấp. Cơ chế ngăn cản nitrit thâm nhập vào máu hiện chưa được hiểu rõ.

Nồng độ clorua cao trong nước lợ và nước mặn là điều kiện tốt để bảo vệ cho thủy động vật trước độc tố nitrit, nhưng khả năng chịu đựng sẽ giảm rất mạnh khi chúng sống trong môi trường có hàm lượng nitrit cao.

Đánh giá ngưỡng độc tố của nitrit đối với động vật thủy sinh luôn cần có tỷ lệ clorua / nitrit kèm theo và luôn mang tính đặc thù đối với từng loại.

Độc tố của nitrit đối với loài nhuyễn thể được hiểu biết chưa kỹ càng do chưa xác định được tác động của nitrit lên hemocyanin, thành phần vận chuyển oxy trong máu của loài nhuyễn thể. Nitrit tích tụ trong máu của các loài tôm sông và gây độc giống như loài cá nước ngọt khác. Sự có mặt của ion clorua cũng hạn chế sự thâm nhập của nitrit vào máu của thủy động vật. Tôm biển có khả năng chịu đựng nitrit rất kém ngay cả ở mức nồng độ nitrit thấp và nồng độ clorua cao. Ngưỡng chịu đựng của chúng được ước lượng không quá 2 mg/l.

3.10. NITRAT

Nitrat (NO_3^-) là hợp chất khá thông dụng trong môi trường nước tự nhiên cũng như trong các ao hồ nuôi thả. Trong các nguồn nước bị ô nhiễm, nitrat là sản phẩm cuối cùng của quá trình oxy hoá amoniac. Muối nitrat (ví dụ phân đạm hai lá) đôi khi cũng được sử dụng làm nguồn phân bón cho ao hồ để thúc đẩy tạo phát triển hoặc bón vào bùn ao tạo ra môi trường có tính khử để kìm hãm sự tạo thành khí sunfua hydro (khí có mùi trứng thối). Trong tất cả các hợp chất nitơ dạng vô cơ, nitrat được xem là hợp chất có tính độc thấp nhất.

Trong các nguồn nước ngầm hay nước mặt tự nhiên, nồng độ nitrat thường thấp, ít khi vượt quá 2 mg/l. Một số nguồn nước có nồng độ cao là do ô nhiễm, do khả năng giữ của đất đối với nitrat thấp.

Trong các ao hồ nuôi hàm lượng nitrat cũng rất thấp, đặc biệt trong các vùng ấm nóng và thực vật phát triển mạnh. Thực vật phát triển nhanh sẽ hấp thu amoniac, làm mất nguồn nguyên liệu ban đầu của quá trình hình thành nitrat. Nguồn nitrat hình thành hoặc được bổ sung vào ao hồ nuôi giảm nhanh chóng do bị hấp thu bởi các loài thực vật trong đó. Tuy vậy vào mùa lạnh, ít năng thực vật phát triển chậm, sự tích tụ nitrat trong ao hồ có thể cao hơn. Ví dụ nồng độ nitrat trong mùa hè thường nhỏ hơn 0,1 mg/l nhưng về giữa mùa đông có thể cao hơn 5 mg/l (tính theo N). Độc tính của nitrat đối với thủy động vật rất thấp, 96-h - LC 50 thường là trên 1000 mg/l, mức hầu như không bao giờ có trong ao hồ nuôi thả. Nồng độ gây độc cấp tính của muối natri nitrat, NaNO_3 , đối với cá nước ngọt ngang với nồng độ của muối NaCl , tức là chủ yếu do hiệu ứng điều chỉnh áp suất thẩm thấu.

3.11. HYDRO SUNFUA

Hydro sunfua, H_2S là loại khí tan trong nước có mùi trứng thối, nó hình thành trong lớp bùn đáy ao dưới điều kiện yếm khí và là lớp chất có độc tính cao đối với thủy động vật.

Các chất hữu cơ lắng ở lớp bùn đáy (phân, tảo chết, thức ăn dư thừa) bị phân hủy trong điều kiện thiếu oxy, trong khi phân hủy, sunfat (SO_4^{2-}) của môi trường được sử dụng làm chất khử (chất nhận điện tử) và sản phẩm cuối của nó là hydro sunfua. Hydro sunfua trong nước thể hiện tính axit yếu và phân ly theo hai bậc:



Trong các dạng H_2S , HS^- , S^{2-} thì chỉ có dạng H_2S trung hoà là có độc tính cao, dạng tích điện âm, HS^- và S^{2-} ít độc hơn. Do là một axit yếu nên dạng trung hoà sẽ tồn tại ở môi trường pH thấp, dạng tích điện âm tồn tại trong môi trường pH cao. Trong môi trường nước tự nhiên, hai dạng chủ yếu tồn tại là H_2S và HS^- , S^{2-} chỉ đáng

kể khi $\text{pH} > 10$. Hằng số cường độ axit của phản ứng (3.5) là 7,1, điều đó có nghĩa là tại $\text{pH} = 7,1$ nồng độ của H_2S và HS^- bằng nhau, tại $\text{pH} = 5,1$ nồng độ H_2S cao gấp 100 lần so với HS^- và tại $\text{pH} = 9,1$ thì ngược lại.

Khi phân tích, giá trị nhận được là vùng nồng độ tổng của cả ba thành phần trên. Tỷ lệ của H_2S trong tổng sunfua phụ thuộc vào nhiệt độ, pH và có thể tra theo bảng 3.2.

Bảng 3.2. Tỷ lệ của H_2S (%) phụ thuộc vào nhiệt độ và pH của môi trường

pH	Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)								
	16	18	20	22	24	26	28	30	32
5,0	99,3	99,2	99,1	99,1	99,1	99,0	98,9	98,9	98,9
5,5	97,7	97,6	97,4	97,3	97,1	96,9	96,7	96,5	96,3
6,0	93,2	92,8	92,3	92,0	91,4	90,8	90,3	89,7	89,1
6,5	81,2	80,2	79,2	78,1	77,0	75,8	74,6	73,4	72,1
7,0	57,7	56,2	54,6	53,0	51,4	49,7	48,2	46,6	45,0
7,5	30,1	28,9	27,5	26,3	25,0	23,8	22,7	21,6	20,6
8,0	12,0	11,4	10,7	10,1	9,6	9,0	8,5	8,0	7,6
8,5	4,1	3,9	3,7	3,4	3,2	3,0	2,9	2,7	2,5
9,0	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8

Giá trị ghi trong bảng 3.2 là đối với nước ngọt, với nước biển giá trị trên có sự chênh lệch theo một quy luật nhất định, nó bằng 90% giá trị ghi trong bảng 3.2.

Hydro sunfua là một hợp chất không bền trong môi trường nước có chứa oxy và trong khoảng pH gần vùng trung hoà nó bị oxy hoá thành sunfat (SO_4^{2-}) theo con đường hoá học hoặc vi sinh (loại *Thiobacillus*). Quá trình oxy hoá sunfua thành sunfat sinh ra sản phẩm axit, chính vì thế đất phèn vừa bị chua (axit) vừa chứa nhiều sunfat. Hiện tượng trên cũng xuất hiện khi đào ao hoặc phơi ao ở các vùng đất chứa quặng họ sunfua. Hydro sunfua cũng có thể bốc hơi vào không khí khi nước được sục khí mạnh nhưng không nhiều do độ

hoà tan của nó trong nước cao hơn nhiều so với các loại khí khác. Khi tiếp xúc với một số kim loại, đặc biệt là kim loại nặng như sắt, đồng, kẽm sẽ tạo thành hợp chất sunfit có độ tan thấp, kết tủa và lắng. Các hợp chất trên thường có màu đen trong bùn đáy ao.

Hydro sunfua trong nước ngầm chủ yếu hình thành do quá trình khử sunfat trong điều kiện yếm khí hoặc là từ khí của hoạt động núi lửa (các nguồn nước khoáng nóng).

Hàm lượng sunfua trong nước ngầm biến động từ 0 đến 10 mg/l. Nước ngầm trong vùng chứa dầu mỏ hoặc than hay vùng núi lửa hoạt động có thể cao hơn. Nước có hàm lượng sunfua cao thường chứa nhiều sắt và khí CO_2 .

Nước thấm từ bùn đáy ao có thể chứa lượng lớn hydro sunfua sinh ra từ quá trình khử sunfat trong môi trường yếm khí, khí hydro sunfua có thể khuếch tán tới lớp nước mặt và dễ tích tụ ở dưới lớp nước sâu sát đáy. Mặc dù dễ bị phân hủy trong môi trường hiếu khí nhưng do tốc độ phản ứng chậm nên chúng vẫn tồn tại trong nước dưới điều kiện hiếu khí ở một thời điểm nhất định nào đó. Khử sunfat thành hydro sunfua thuận lợi trong lớp bùn đáy có nhiều chất hữu cơ vì khi chất hữu cơ phân hủy tạo môi trường yếm khí cao và cả vi sinh phân hủy chất hữu cơ lẫn loại khử sunfat đều là loại vi sinh dị dưỡng (sử dụng nguồn carbon hữu cơ để xây dựng tế bào). Trong môi trường nước lợ hay nước mặn sự hình thành hydro sunfua thuận lợi hơn vì các nguồn nước này chứa nhiều sunfat. Trong các nguồn nước có hiện tượng phân tầng nhiệt, hydro sunfua có thể tích lũy rất cao ở lớp nước đáy hoặc bùn đáy do điều kiện thiếu oxy (không khuấy đảo nước). Nước nhiễm hydro sunfua có thể do các chất thải từ công nghệ sản xuất bột giấy, hoá chất hoặc lọc dầu.

Trong các ao hồ nuôi, lớp bùn đáy thường giàu chất hữu cơ có nguồn gốc từ phân, thức ăn dư, xác thực vật, đó là điều kiện thuận lợi để sinh ra khí hydro sunfua. Những chất hữu cơ trên dễ bị phân hủy yếm khí và sinh ra một loạt các sản phẩm: khí CO_2 , axit hữu cơ dễ bay hơi (làm giảm pH), khí metan (CH_4), nhiều chất hữu cơ có tính

khử cao (chất gây mùi hôi), điều kiện đó thúc đẩy quá trình khử sunfat thành hydro sunfua và axit. Do môi trường pH ở vùng đó thấp nên dạng tồn tại chủ yếu là H_2S , dạng có độc tính cao nhất. Trong trường hợp nước nuôi trồng là mặn hoặc lợ thì khả năng hình thành hydro sunfua còn lớn hơn do nồng độ sunfat trong đó lớn. Hạn chế sự hình thành hydro sunfua bằng cách tích cực làm vệ sinh đáy ao hồ, tháo nước và phơi đáy ao hồ theo một định kỳ nào đó. Sục khí hoặc quay vòng nước để tránh tạo các vùng yếm khí dưới đáy ao cũng là giải pháp thường được áp dụng. Trong các nguồn nuôi nước ngọt cũng có hình thành hydro sunfua tuy nguy cơ không lớn như trong trường hợp nước lợ, nước mặn, tuy vậy giải pháp có tính thực tiễn trong trường hợp này là sục khí, quay vòng hoặc thay nước để duy trì đủ lượng oxy hoà tan.

Độc tính của hydro sunfua là do nó ức chế quá trình phosphoryl hoá, ngăn cản quá trình tái oxy hoá của cytochrome a_3 với oxy phân tử. Kết quả tổng thể là nó kìm hãm quá trình trao đổi chất của tế bào, giống hiện tượng giảm oxy trong máu. Hydro sunfua, H_2S được xem là có tính độc cao vì nó không mang điện tích dễ khuếch tán qua màng tế bào, các dạng khác (HS^- , S^{2-}) do tích điện âm và màng tế bào cũng tích điện âm nên chúng khó khuếch tán qua, vì vậy được xem là ít độc hơn. Môi trường nước có pH thấp sẽ phát huy tính độc của hydro sunfua, do trong điều kiện đó tỷ lệ của H_2S cao.

Hydro sunfua là loại có tính độc rất cao: liều gây chết cấp tính cho phần lớn các loài thủy động vật là 0,006 đến 0,048 mg/l, liều gây bệnh mãn tính là 0,002 đến 0,011 mg/l.

Cục môi trường Mỹ (1977) quy định giới hạn tối đa của hydro sunfua đối với cá và các loài động vật thủy sinh là 0,002 mg/l H_2S (tính theo S). Hydro sunfua cũng rất độc đối với tôm nhưng chưa có số liệu tin cậy để khẳng định ngưỡng nồng độ cho phép. Từ thực tiễn cho thấy, việc phát hiện được hydro sunfua trong các ao hồ nuôi đã là dấu hiệu không an toàn.

3.12. ĐỒNG VÀ CÁC KIM LOẠI NẶNG KHÁC

Kim loại nặng theo định nghĩa ban đầu là các kim loại có khối lượng riêng lớn hơn 5 g/cm^3 , thường là các nguyên tố nằm trong nhóm chuyển tiếp như crom, nickel, đồng, chì, kẽm, cadmi, thủy ngân. Các kim loại này có độc tính đối với thủy động vật ở mức nồng độ khá thấp. Trong các nguồn nước tự nhiên, nồng độ của các kim loại thường rất thấp, ít khi có khả năng đe dọa đối với tôm cá trừ khi vùng nuôi bị ô nhiễm. Vấn đề thường gặp phải là kim loại đồng do sử dụng đồng sunfat (CuSO_4) hoặc các hoá chất diệt tảo có chứa đồng hoặc diệt các loại ký sinh ngoại lai. Việc sử dụng hợp chất chứa đồng luôn kèm theo với các tác động xấu về môi trường vì tác hại của đồng luôn đi liền với các yếu tố môi trường khác. Tác hại của đồng đối với động vật thủy sinh cũng tương tự các kim loại nặng khác như kẽm, cadmi, chì...

Khi đưa đồng sunfat vào nước, muối đồng sẽ bị phân ly thành ion đồng (Cu^{2+}) và ion sunfat (SO_4^{2-}) và tạo thành các hợp chất như malachit $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ hoặc tenorite CuO và một loạt các hợp chất phức vô cơ, hữu cơ khác. Nồng độ của các cấu tử (dạng tồn tại của đồng) trong môi trường phụ thuộc vào pH, độ kiềm cũng như chất hữu cơ tan trong nước. Cơ chế gây độc của đồng đối với cá được hiểu như sau: ion đồng (II) thành phần được coi là gây độc chủ yếu sẽ bị hấp phụ lên bề mặt của mang cá, tại đó hoặc khi thâm nhập vào cơ thể cá sẽ gây ra độc tính. Cơ chế gây độc là do ảnh hưởng tới chức năng điều hoà áp suất thẩm thấu của mang cá. Sự có mặt của đồng ức chế sự hấp thu tích cực của natri (Na^+) và clorua (Cl^-) của mang cũng như tăng khả năng thấm của màng, tức là tăng cường quá trình mất thụ động các chất điện ly từ cơ thể. Khi đồng xâm nhập vào cơ thể, chúng sẽ liên kết với một số tâm của protein, của enzym dẫn đến ức chế sự hấp thu tích cực các ion muối. Ngoài ra, đồng còn gây ra các hiệu ứng khác như: làm thương tổn màng, tăng axit trong máu. Tất cả các hiệu ứng trên đều dẫn đến suy giảm khả năng trao đổi chất của thủy động vật.

Mặc dù đã có rất nhiều công trình nghiên cứu nhưng hầu như không đưa ra được các chỉ dẫn cụ thể đối với mức độ ngộ độc hay an toàn của đồng do sự tương tác đa dạng của đồng với các yếu tố môi trường khác. Độc tính của đồng đối với từng loại là khác nhau, ví dụ cá nước ấm có sức chịu đựng tốt hơn so với cá nước lạnh, nhiệt độ tăng thì độc tính cũng tăng theo, cá lớn có sức chịu đựng hơn loại cá nhỏ. Ngoài ra, pH, độ muối, chất hữu cơ, độ cứng cũng ảnh hưởng đến độc tính của đồng. Kết quả nghiên cứu về liều gây chết 96-h LC₅₀ biến động tới 60 lần khi khoảng nồng độ thay đổi từ 6 µg/l tới 380 µg/l và pH nằm trong khoảng 6,5 đến 8,3 và với nồng độ chất hữu cơ khá cao.

Đối với cá da trơn liều gây chết dao động tới 20 lần trong khoảng điều kiện thông dụng của môi trường nuôi: tại pH = 7,3, độ cứng tổng là 16,8 mg/l CaCO₃, 96-h LC₅₀ là khoảng 50 µg/l, còn tại pH = 8,7, độ cứng tổng là 287 mg/l CaCO₃ thì liều gây chết là khoảng 1000 µg/l. Tuy khó định hướng chính xác về độc tố của đồng đối với thủy động vật, nhưng có thể đưa ra một số định hướng để giảm thiểu độc tính của đồng: giảm nồng độ của đồng trong nước, giảm khả năng hấp phụ của đồng tại bề mặt mang cá, giảm ức chế hệ điều chỉnh áp suất thẩm thấu. Các yếu tố ảnh hưởng lên độc tính của đồng gồm: độ muối, pH, độ cứng, độ kiềm và chất hữu cơ tan.

Tác động của pH được lý giải như sau: trong môi trường pH cao dạng tồn tại của ion đồng chủ yếu nằm ở hoá trị thấp, ví dụ Cu(OH)⁺, Cu(OH)₂, trong vùng pH thấp dạng tồn tại chủ yếu là loại hoá trị cao, ví dụ Cu²⁺. Dạng giá trị cao độc tính cao hơn.

Ảnh hưởng của độ kiềm lên độc tính của đồng có nguyên nhân là sự tạo phức dạng trung hoà, ví dụ CuCO₃, dạng trung hoà có độc tính thấp. Môi trường có độ kiềm cao vừa tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình tạo phức trung hoà vừa kèm theo pH cao nên có thể nói rằng: môi trường nước có độ kiềm lớn là yếu tố giảm độc tính của đồng.

Độ cứng của nước ảnh hưởng đến độc tính của đồng như sau: thành phần gây ra độ cứng của nước chủ yếu là canxi và một phần là magie, cả hai thành phần trên có cùng hoá trị với của đồng là +2.

Những trung tâm trên mang cá có khả năng hấp phụ đồng thời cũng có thể hấp phụ Ca^{2+} , Mg^{2+} , tức là các thành phần này cạnh tranh các trung tâm hấp phụ trên mang cá vì thế nó ức chế một phần độc tính của đồng. Canxi cũng đóng vai trò bảo vệ cá, nhuận thể trước các rối loạn chức năng điều hoà áp suất thẩm thấu. Canxi còn là tác nhân điều biến chính của độ bền mang cá và tính thấm nước của màng, khi nồng độ canxi cao sẽ ngăn ngừa được sự thất thoát thụ động các chất điện ly từ cơ thể ra ngoài môi trường (cá nước ngọt) hoặc nước (cá biển) với các loài thủy động vật bị nhiễm đồng.

Đối với cá, tôm, nhuận thể nước ngọt, độ muối của nước (NaCl) cao sẽ hạn chế được một phần độc tính của đồng. Nguyên nhân của hiệu ứng trên là do hạn chế quá trình mất mát thụ động các khoáng chất từ cơ thể ra ngoài môi trường qua màng của mang cá, do quá trình mất khoáng chất hạn chế nên cơ thể động vật cũng tiết kiệm được năng lượng để thực hiện điều chỉnh áp suất thẩm thấu.

Chất hữu cơ trong môi trường nước chủ yếu là các thành phẩm của quá trình phân hủy tự nhiên từ thực vật, chúng thường là các hợp chất có phân tử lượng khá cao như axit humic, axit fulvic, lignin, carbohydrat, protein, trong cấu trúc của các hợp chất trên có chứa các nhóm chức OH , NH , SH , những nhóm chức này có khả năng tạo liên kết phức chất với ion đồng. Vì vậy sự có mặt của các chất hữu cơ trong nước có tác dụng hạn chế độc tính của đồng đối với động vật thủy sinh.

Độc tính của đồng bị ràng buộc bởi rất nhiều yếu tố như đã đề cập ở trên, tuy nhiên đó chỉ là những đặc trưng định tính rất khó áp dụng cho thực tế sản xuất khi đánh giá độc tính của đồng. Một mô hình có tính ứng dụng thực tiễn là đánh giá độc tính của đồng (đặc trưng bởi liều gây chết 96-h LC 50) phụ thuộc vào các yếu tố pH, Ca^{2+} , chất hữu cơ. Mối quan hệ giữa chúng mang tính chất kinh nghiệm như sau:

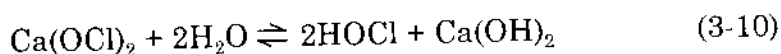
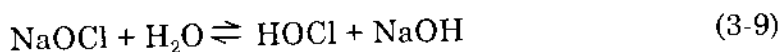
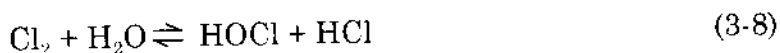
$$\log(96\text{-h LC } 50)(\mu\text{g/l Cu tổng}) = 0,981 + 0,192\text{pH} + 0,136[\text{pH} \times \log(\text{DOC})] + 0,166\text{Ca} \quad (3-7)$$

trong đó: DOC là lượng chất hữu cơ tan (mg/l) và Ca là nồng độ của Ca^{2+} (mg/l).

3.13. CLO

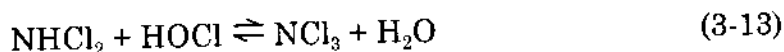
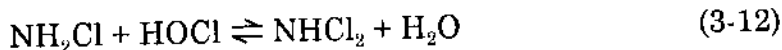
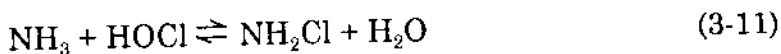
Đôi khi clo được sử dụng để khử trùng cho nước nuôi trồng thủy sản hoặc nước ươm giống. Clo dùng để khử trùng tồn tại dưới nhiều dạng khác nhau: khí clo (Cl_2), dung dịch javen (NaOCl), canxi hypoclorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$), clo dioxit ClO_2 hoặc một số dạng clo nằm trong các thành phần hữu cơ: cloamin B, T.

Tất cả các dạng clo trên khi hoà tan vào nước đều sinh ra sản phẩm clo hoạt động, dạng clo có hoá trị +1 (khác với clorua trong muối ăn NaCl có hoá trị -1) ví dụ:



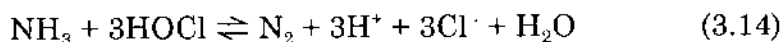
HOCl là axit hypocloro, một axit yếu có $\text{pK}_\text{A} = 7,5$, Cl trong gốc OCl có hoá trị +1 và nó là chất oxy hoá khá mạnh và đồng thời là chất có khả năng khử trùng. Cơ chế khử trùng của clo hoạt động là nó thấm vào màng tế bào của vi sinh vật, oxy hoá một số cơ quan trong đó, hủy hoại chức năng của các cơ quan và vi sinh vật bị chết. Vì màng tế bào tích điện âm, nên các ion mang điện âm (OCl^-) sẽ khó thâm nhập vào cơ thể vi sinh hơn so với dạng trung hoà (HOCl). Hiệu quả khử trùng của HOCl so với OCl^- lớn hơn 80 lần đến 100 lần tùy thuộc vào pH và nhiệt độ của môi trường. Vì là axit yếu nên tỷ lệ HOCl/OCl^- cao khi pH thấp và ngược lại.

Khi trong nước có mặt amoniac thì sẽ xảy ra phản ứng tạo ra cloamin:



NH_2Cl , NHCl_2 , NCl_3 , gọi là mono, di và tricloamin. Sự hình thành cloamin loại nào phụ thuộc vào tỷ lệ giữa amoniac và clo. Khi tỷ lệ giữa clo và amoniac thấp (4 : 1) thì sản phẩm chủ yếu là

monocloamin (NH_2Cl), khi tỷ lệ này tăng lên thì xuất hiện di - hay tricloamin. Khi tỷ lệ clo / amoniac đạt tới giá trị 7,6 (trong thực tế là khoảng 10) xảy ra quá trình oxy hoá amoniac về dạng khí nitơ (N_2).



Phản ứng (3.14) còn được gọi là clo hoá tại điểm gãy, một trong những phương pháp khử khí amoniac trong nước (nhưng ít được sử dụng trong thực tiễn).

Tất cả các dạng cloamin được gọi là clo liên kết, HOCl hay OCl^- gọi là clo tự do. Tính năng khử trùng của clo liên kết thấp hơn so với clo tự do.

Vì là chất oxy hoá mạnh nên khi vào nước có mặt các chất khử như Fe^{2+} , Mn^{2+} , H_2S , chất gây mùi hôi thì lập tức xảy ra các phản ứng oxy hoá khử, ví dụ tạo thành Fe^{3+} từ Fe^{2+} , Mn^{4+} từ Mn^{2+} , SO_4^{2-} từ S^{2-} và Cl^- . Tốc độ phản ứng oxy hoá khử xảy ra nhanh hơn nhiều so với quá trình khử trùng, vì vậy chỉ còn lượng “clo dư”, tức là phần còn dư lại sau phản ứng oxy hoá khử là có tác dụng khử trùng. Phần clo tiêu hao do các phản ứng hoá học gọi là lượng clo tiêu hao. Lượng clo dư đủ khả năng khử trùng nằm trong khoảng 0,4 - 0,7 g/m³. Lượng clo đưa vào để khử trùng được chính là tổng của lượng clo tiêu hao và clo dư. Mỗi nguồn nước có những tạp chất và nồng độ khác nhau vì vậy lượng clo tiêu hao là khác nhau, dẫn tới lượng clo đưa vào cũng khác nhau.

Tác hại của clo dư đối với cá là ở chỗ nó oxy hoá tế bào mang của cá. Quá trình oxy hoá gây ra kích thích, phá hủy và gây tổn thương tế bào mang cá, làm tăng quá trình tiết dịch nhầy, viêm màng, phình mang cá. Sự thay đổi cấu trúc mang cá sẽ làm giảm khả năng hô hấp và hiệu quả điều chỉnh áp suất thẩm thấu. Khi bị ngộ độc clo, nhịp hô hấp của cá tăng mạnh. Cá có thể chết do giảm oxy trong máu. Khi tiếp xúc với các dạng cloamin, khả năng vận chuyển oxy của máu cũng giảm do thiếu oxy ở vùng mang cá.

Cả clo tự do và clo liên kết đều là độc tố đối với cá. Clo tự do với nồng độ từ 0,028 đến 0,079 mg/l đã có thể làm chết hầu hết các loại

cá. Liều gây chết, 24-h - LC 50 đối với cá mang xanh là 0,021 mg/l (27°C). Độc tính của clo tự do biến động trong khoảng rộng, phụ thuộc vào dạng tồn tại của clo, loài thủy động vật, thời gian tiếp xúc, nhiệt độ môi trường. HOCl và NH_2Cl có độc tính cao hơn OCl^- và NH_2Cl . Nhìn chung việc xác định từng dạng clo là công việc không đơn giản, người ta thường chỉ xác định clo tổng. Cục bảo vệ môi trường của Mỹ (1977) quy định: hàm lượng tối đa của tổng clo dư đối với họ cá hồi khi tiếp xúc lâu dài không được vượt quá 0,002 mg/l, đối với các loại động vật thủy sinh khác không quá 0,001 mg/l. Thực tế sản xuất cho thấy, môi trường chỉ an toàn khi không phát hiện được lượng clo dư trong nước.

3.14. ĐỘ ĐỤC

Thành phần chất rắn không tan trong nước có kích thước nhỏ, khó lắng, gây ra độ đục của nước. Các chất màu tan cũng gây cảm giác tăng độ đục. Các chất không tan trong nước có thể là các chất vô cơ như hạt sét, bùn hoặc các chất hữu cơ như xác vi sinh vật hay tảo.

Nguyên nhân gây ra độ đục của các thành phần rắn không tan không phải là do lệch hướng ánh sáng khi truyền qua mà là do quá trình tán xạ ánh sáng khi ánh sáng gặp chúng trên đường đi và một phần bị hấp thụ. Nước có độ đục cao là nước chứa nhiều chất huyền phù, tuy nhiên mối tương quan giữa độ đục và hàm lượng chất huyền phù không chặt chẽ vì kích thước, hình dạng và tính chất khúc xạ của các hạt huyền phù ảnh hưởng đến quá trình tán xạ ánh sáng, ví dụ các hạt huyền phù có màu sẫm có khả năng hấp thụ ánh sáng mạnh hơn hạt có màu sáng gây cảm giác đục hơn. Mặt khác các chất màu tan có khả năng hấp thụ ánh sáng cũng ảnh hưởng đến độ đục.

Phương pháp thông dụng đo độ đục là phương pháp đo tán xạ ánh sáng. Thiết bị phát hiện (detector) được đặt ở vị trí vuông góc (90°) với đường truyền của chùm ánh sáng. Thiết bị đo có tên gọi là nephelomet. Thiết bị này thích hợp cho khoảng đo có độ đục thấp. Tín hiệu hay số liệu nhận được từ các máy đo do các hãng sản xuất

thường là không đồng nhất, tuy nhiên sự khác nhau không quá lớn khi thao tác đo chuẩn. Dung dịch đo chuẩn cũng có thể khác nhau dẫn đến sự không thống nhất về số liệu. Dung dịch chuẩn độ đục được sử dụng thông dụng nhất là formazin, vì vậy đơn vị đo độ đục là NTU hoặc FAU, hai đơn vị trên có giá trị như nhau.

Trong trường hợp không có máy đo độ đục riêng thì có thể sử dụng máy so màu - sử dụng vùng ánh sáng nhìn thấy, trong khoảng 400 - 600 nm để đo (có thể so sánh giữa các mẫu với nước cất có độ đục bằng 0).

Trong các ao hồ nuôi, độ đục gây ra bởi các hạt sét, bùn là chất gây đục mang tính hại, ngược lại độ đục gây ra bởi tảo lại là độ đục mong muốn trong các nguồn nước nuôi.

Độ đục của nước ít có khả năng gây độc cho cá: nước đục chứa sét ít khi vượt quá 20 kg/m^3 , trong khi cá có thể sống được cả tuần trong nước có độ đục 100 kg/m^3 .

Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, độ đục của nước tới 25 mg/l không gây bất cứ hại nào đối với tôm cá. Môi trường nước có độ đục 25 - 80 mg/l (tương đương với 45 - 160 NTU theo sét) là thích hợp cho nuôi cá. Nước trong hồ, ao nuôi là nước lắng, các hạt huyền phù dễ lắng nên độ đục hiếm khi vượt quá 100 - 200 mg/l . Tuy không trực tiếp gây độc cho động vật thủy sinh, nhưng nếu nguồn nước luôn luôn đục thì sẽ gây hại gián tiếp vì nó ngăn cản quá trình thấu quang của nước, hạn chế sự phát triển của tảo và các loại thực vật sống trong đó, gây ra hiện tượng thiếu oxy. Các hạt huyền phù khi lắng xuống đáy làm ngạt trứng cá và phá hủy quần tụ đáy hồ.

Nghiên cứu về độ trong của nước ảnh hưởng đến năng suất nuôi trồng cho thấy: Trong ba hồ nuôi gồm nước trong (độ đục nhỏ hơn 25 mg/l), nước trung bình (độ đục 25 - 100 mg/l), nước đục (lớn hơn 100 mg/l) năng suất nuôi cá đạt: 181 kg/ha , 105 kg/ha và 33 kg/ha tương ứng với hồ nước trong, nước trung bình và nước đục. Nguyên nhân chính là khả năng cung cấp thức ăn sơ cấp (tảo) ở hồ nước đục thấp do thiếu ánh sáng. Mật độ tảo (tính theo thể tích sinh khối) tương ứng trong ba hồ trên rất khác nhau: $19,2 \mu\text{l/l}$, $2,4 \mu\text{l/l}$ và $1,5 \mu\text{l/l}$.

Kết quả trên được khảo sát từ ao hồ nuôi tự nhiên (quảng canh), trong đó tảo là nguồn thức ăn chính và được bón phân để thúc đẩy phát triển. Trong các ao hồ nuôi bằng thức ăn tổng hợp thì tảo không phải là nguồn dinh dưỡng chính mà chỉ là nguồn thức ăn bổ sung (vitamin, nguyên tố vi lượng). Một số ao nuôi cá da trơn, năng suất cá không giảm khi độ đục tăng, tuy vậy đối với các ao hồ thường phải sục không khí để tăng oxy hòa tan vì quá trình quang hợp trong đó rất kém.

Các hồ nuôi tôm nước thường đục do dẫn dòng từ nguồn vào hồ, do dòng chảy nên nước thường chứa chất gây đục trong đó có cả tạp chất hữu cơ. Nước này cần được làm trong trước khi đưa vào hồ nuôi.

Bài 4

TRUNG HOÀ AXIT TRONG AO HỒ NUÔI

- Axit là tác nhân gây tính "chua" cho đất và nước, có nguồn gốc từ khí thải, từ hoạt động vi sinh vật, từ các nguồn thải chứa axit và kim loại có khả năng thủy phân (Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}), và từ nguồn đất. Tiềm năng gây tính chua cho nước trong ao hồ nuôi trước hết là do đất và hoạt động của sinh vật.
- Axit từ đất hình thành do quá trình phân hủy vi sinh trong đất các loại thực vật, sunfat, khoáng vật hay gặp ở các vùng sinh lầy ven biển. Những vùng đất có tiềm năng sinh axit có thể đánh giá trước khi quyết định xây dựng ao hồ nuôi thả hoặc có thể quan sát thấy bằng mắt thường.
- Axit cũng có thể hình thành qua quá trình trao đổi ion của các ion trên bề mặt các hạt sét, bùn với ion tồn tại trong môi trường nước. Ion có vai trò đáng kể gây ra hiện tượng axit là ion Al^{3+} . Khi tách khỏi hạt sét nó bị thủy phân và sinh ra axit.
- Để trung hòa axit, kiểm soát pH của môi trường người ta có thể sử dụng nhiều loại kiềm, nhưng thông dụng và hợp lý là các nguồn: đá vôi, dolomit, vôi nung hoặc vôi tôi. Vôi nung và vôi tôi có tác dụng nhanh hơn bột đá vôi và bột dolomit, tuy nhiên rất có thể sử dụng quá liều lượng cần thiết dẫn tới gây hại. Sử dụng đá vôi, dolomit có giá thành hạ hơn, cung cấp thêm được độ kiềm, độ cứng cho nước nhưng mức độ tan (tăng pH) chậm.
- Tốc độ tan của đá vôi, dolomit trước hết phụ thuộc vào độ mịn của hạt và vào pH của môi trường. Giá thành của sản phẩm vì thế phụ thuộc vào độ mịn của nó.

- Bón đá vôi, dolomit làm tăng pH, độ cứng, độ kiềm của nước tạo điều kiện thuận lợi cho tảo và vật nuôi phát triển, đặc biệt khi bón phối hợp với phân.
- Trước khi quyết định bón cần đánh giá độ kiềm, độ cứng của nước cũng như nhu cầu của vật nuôi. Tính toán lượng bón cần thiết không dễ nên cần bón thử một liều lượng (2 tấn/ha), đánh giá độ kiềm, độ cứng của nước sau 3 tuần để đi đến quyết định có bón tiếp hay không.
- Trước khi bón đá vôi cần phải đánh giá độ axit của lớp bùn và chọn thời điểm bón thích hợp.

4.1. SỰ HÌNH THÀNH AXIT TRONG AO HỒ

Nước trong các ao hồ nuôi thả bị nhiễm axit (nước có vị chua) là do nhiều nguyên nhân: từ các khí thải như SO_2 , NO_x , CO_2 ; từ các nguồn nước thải chứa các ion kim loại có khả năng thủy phân (Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}) các axit vô cơ (HCl , H_2SO_4 ...), hữu cơ; từ các quá trình sinh hoá (quang hợp, hô hấp của động, thực vật) và từ nguồn đất.

Nước nhiễm axit có tính chua là do sự có mặt của ion H^+ , nồng độ càng cao thì nước càng chua và pH của nước càng thấp (xem phần 3.3). Độ chua hay pH của nước phụ thuộc vào nguồn axit thâm nhập vào nước và phụ thuộc vào khả năng “đệm” của môi trường, chủ yếu là độ kiềm của nước. Độ kiềm của nước được đặc trưng bởi các anion có khả năng kết hợp với ion H^+ như OH^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^- .

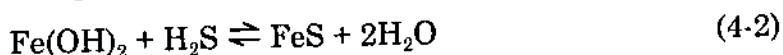
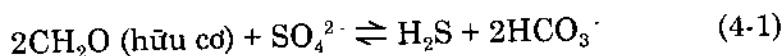
Trong các nguồn nước tự nhiên, độ kiềm của nước chủ yếu là do ion bicarbonat (HCO_3^-), các ion khác đóng góp không nhiều do nồng độ của chúng thấp. Tác dụng “đệm” của kiềm được xem là sự “che chắn” sự tăng hoặc giảm pH khi đưa vào nước một lượng axit hoặc kiềm nào đó: khi đưa vào nước có chứa HCO_3^- một lượng axit (H^+) nào đó thì một phần sẽ phản ứng với HCO_3^- tạo thành CO_2 (CO_2 cũng là một axit yếu, khả năng làm giảm pH không mạnh như H^+), phần H^+ không tham gia phản ứng gây pH giảm. Ngược lại nếu đưa vào nước một lượng kiềm (OH^-) thì sẽ tạo thành CO_3^{2-} và nước, CO_3^{2-} .

cũng có tính kiềm nhưng tác động tăng pH không mạnh như OH^- . Đó chính là cơ chế tác dụng “đệm” của bicarbonat.

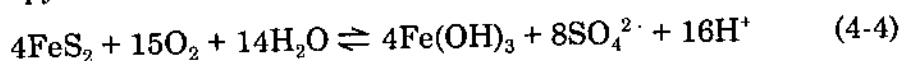
Nguồn nước tự nhiên nhiễm axit chủ yếu có nguồn gốc từ đất, do nước hoà tan ra. Axit từ đất được hình thành từ hai quá trình: oxy hoá và trao đổi ion.

Sự hình thành vùng đất chứa axit – sunfat

Tại một số hạ lưu các con sông hoặc vùng cửa sông ven biển trước đó bị ngập nước được nhận phù sa do dòng sông tải đến sẽ hình thành các bãi bồi. Mực nước sẽ trở nên nông hơn dẫn tới hình thành các thảm thực vật sống dưới nước. Khi quá trình bồi đắp tiếp tục sẽ hình thành vùng sinh lầy sẽ thu giữ các nguồn hữu cơ, vô cơ, tích tụ chúng lại. Các chất hữu cơ bị phân hủy vi sinh trong điều kiện yếm khí. Trong quá trình phân hủy yếm khí, tập đoàn vi sinh khử sunfua phát triển rất mạnh và chuyển hoá các hợp chất lưu huỳnh (trong thực vật, trong đất, sunfat trong nước biển) thành dạng khí sunfua hydro (H_2S), khí này thâm nhập vào nước ngầm kết hợp với sắt (II) tạo ra sắt sunfua và tiếp tục chuyển hoá thành sắt bisunfua (pyrit, FeS_2) dạng tinh thể. Phản ứng trên có thể tóm tắt:



Khi pyrit tồn tại trong điều kiện yếm khí (ngập trong nước) thì chúng biến đổi rất ít. Vùng đất đó được gọi là vùng đất chứa axit - sunfat tiềm năng. Tại các vùng ven biển, vùng đất axit - sunfat tiềm năng có độ dày từ 0,5 đến 2,0 m ngay bên dưới lớp đất không chứa pyrit. Khi vùng đất này tiếp xúc với không khí sẽ xảy ra quá trình oxy hoá pyrit và sinh ra axit sunfuric:



Sắt hydroxit, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ là chất rắn có dạng màu đỏ nâu và đất chứa nó được gọi là đất chứa axit - sunfat tiềm năng, tức là đất chứa

nhiều axit sunfuric (H_2SO_4). Lượng sunfat trong đất thường là lớn, có thể chứa tới 1 - 5%.

Axit sunfuric trong đất và nước không chỉ hình thành trong các vùng lầy do phân hủy vi sinh và oxy hoá, nó còn hình thành trong các hồ ao trũng sau khi khai thác khoáng sản, than đá, than bùn. Sự hình thành axit tại đây cũng do oxy hoá các thành phần sunfua kim loại cùng tồn tại với khoáng sản trong vùng đó. Axit sunfuric thấm từ đất vào môi trường nước làm pH của nước giảm.

pH của đất có thể đo như sau: tạo hỗn hợp giữa đất cần khảo sát với nước cất theo tỷ lệ 1 : 1 (khối lượng) và đo pH của hỗn hợp đó, pH thường là nhỏ hơn 3,5. Đất chứa axit sunfuric có thể nằm ở vùng nước ngọt và nước lợ, thường gặp ở vùng nước lợ hơn. Đất chứa axit sunfuric thường có những đặc điểm: lớp đất bề mặt (0 - 60 cm) có màu nâu, lớp từ 60 - 100 cm màu nâu có lốm đốm màu vàng - nâu hoặc nâu - xanh úa (oliu), lớp đất sâu hơn 100 cm có màu xanh nhạt và xám. Tất cả các lớp đất trên đều giàu chất hữu cơ, hàm lượng sunfua cao và pH thấp.

Lớp đất trên bề mặt tiếp xúc với không khí và bị rửa trôi nên chứa ít sunfua và pH cao hơn so với các lớp đất bên dưới.

Quá trình oxy hoá hợp chất sunfua với oxy khí quyển xảy ra chậm, nhất là ở lớp đất sâu nên lượng axit đo được (pH) chưa hẳn đã là giá trị cuối cùng (đó là giá trị của sản phẩm đã hình thành), để đánh giá "tiềm năng" về khả năng hình thành axit người ta tiến hành oxy hoá nhân tạo đất đó bằng cách cho phản ứng với hydro peroxit H_2O_2 (oxy già), tức là chủ động chuyển hoá các dạng sunfua trong đất thành axit sunfuric: Lấy một ít đất hoà trộn kỹ với dung dịch H_2O_2 (15 - 30%), sau 10 phút đo pH của hỗn hợp, nếu $\text{pH} < 2,5$ thì đất đó có tiềm năng sinh ra axit.

Axit sunfuric hình thành có khả năng hoà tan các kim loại như sắt, nhôm, kẽm, mangan, đồng từ đất vì vậy nước có pH thấp thường chứa các kim loại nặng độc hại. Khả năng hình thành axit từ nguồn đất tiềm năng phụ thuộc vào hàm lượng và kích thước hạt pyrit trong đất, hàm lượng các chất bazơ có khả năng trung hoà axit, điều kiện

về sự tồn tại của oxy và mật độ vi sinh vật có khả năng khử hợp chất sunfua *Thiobacillus*. Do thiếu oxy và mật độ vi sinh thấp ở lớp đất sâu nên quá trình hình thành axit xảy ra chủ yếu trên bề mặt. Khả năng tạo thành axit bị hạn chế dưới điều kiện yếm khí. Trong điều kiện yếm khí, sunfat lại bị khử thành sunfua do loại vi sinh vật *Desulfovibro*. Trong các lớp bùn ở đáy ao hồ thường cũng có một lượng oxy nhất định nên cũng có khả năng tạo thành axit từ sunfua (do phân hủy từ thức ăn thừa, thực vật chết, hoặc phân).

Môi trường nước có chứa axit (chua) thường có những biểu hiện: trên bề mặt nước có những đốm màu vàng nhạt của khoáng vật sắt Jarosite, nếu lượng axit lớn có thể quan sát thấy các vầng màu vàng của lưu huỳnh dạng nguyên tố và ngửi thấy mùi khét. Nếu axit nhiều hơn nữa thì có thể nhìn thấy các hạt gỉ sắt (oxit sắt) hoặc hydroxit sắt màu nâu trên mặt nước.

Sự hình thành axit do quá trình trao đổi ion

Axit trong đất hình thành ngoài quá trình vi sinh, oxy hoá pyrit như trình bày ở phần trước còn do quá trình trao đổi ion.

Đất có thể coi là tập hợp các hạt dạng keo (dạng hạt có kích thước nhỏ) vô cơ, hữu cơ. Tuỳ thuộc vào điều kiện môi trường và bản chất hoá học của các hạt keo, trên bề mặt các hạt keo tích điện âm hoặc dương. Tại một điểm pH nhất định hạt keo không mang điện tích, điểm đó được gọi là điểm đẳng điện, ví dụ điểm đẳng điện của sét cao lanh là khoảng 5, của canxi carbonat (calcite, đá vôi) là khoảng 8, của silic oxit dưới 2. Khi pH lớn hơn điểm đẳng điện thì bề mặt của hạt keo tích điện âm, còn khi pH nhỏ hơn điểm đẳng điện thì chúng tích điện dương. Do có kích thước nhỏ (độ phân tán cao) các hạt keo có diện tích bề mặt riêng (diện tích bề mặt trên một đơn vị khối lượng) lớn kéo theo khả năng hấp phụ các chất hữu cơ cao. Do cấu trúc hoá học hoặc khiếm khuyết trong cấu trúc mạng nên các hạt keo vô cơ thường chứa các điện tích. Trong môi trường nước, bề mặt tích điện của các hạt keo tạo ra xung quanh nó một lớp điện tích kép, tức là lớp điện đủ để trung hoà điện tích bề mặt. Ví dụ một hạt keo

tích điện âm trên bề mặt khi ở trong nước sẽ kéo các ion mang điện dương vào bề mặt nó làm cho môi trường xung quanh nó trở nên trung hoà. Các hạt keo hữu cơ thường chứa các nhóm chức hữu cơ có tính chất của bazơ hoặc axit yếu: có khả năng nhả H^+ khi pH của môi trường cao và thu giữ H^+ khi pH của môi trường thấp.

Cả hạt keo vô cơ lẫn hữu cơ trong đất đều có khả năng trao đổi với một ion, tức là các ion bám trên bề mặt hạt keo có thể trao đổi với một ion nào đó trong nước có cùng dấu điện tích, tức là ion mang điện tích dương chỉ trao đổi với ion dương, ion âm với ion âm. Quá trình trao đổi ion có một số đặc trưng: dung lượng trao đổi ion, tính chọn lọc và tốc độ trao đổi ion.

Dung lượng trao đổi ion là khả năng trao đổi ion tối đa của một số vật liệu trong một điều kiện tiêu chuẩn nào đó, ví dụ tại một giá trị pH xác định. Do quá trình trao đổi ion là trao đổi tương đương theo điện tích nên giá trị trao đổi ion được tính theo đương lượng gam (dl) (equivalence): ví dụ 1mol natri có khối lượng là 23 g, do hoá trị của natri là +1 nên đương lượng của nó là 23 g, còn 1mol canxi là 40 g nhưng hoá trị của canxi là +2 nên một đương lượng của canxi là 20 g. Một vật liệu trao đổi ion có dung lượng giả sử là 2,5 dl/kg có nghĩa là nó sẽ trao đổi được 2,5 dl của canxi hay natri, nhưng nếu tính theo khối lượng thì nó trao đổi được $2,5 \times 23 = 57,5$ g Na, với canxi thì 50 g.

Với các chất trao đổi ion mạnh, tức là nhóm chức của nó là các axit mạnh, ví dụ chứa nhóm SO_3^- đối với cationit (chất trao đổi với các cation như Na^+ , Ca^{2+} ...) hoặc gốc amin bậc 4 (N^+) đối với anionit (chất trao đổi với các anion như Cl^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}) thì dung lượng trao đổi của chúng không phụ thuộc vào pH của môi trường. Với các chất trao đổi ion yếu, chứa nhóm axit yếu như OH, COOH (cationit) hoặc amin bậc 2, bậc 3 (anionit) thì dung lượng trao đổi sẽ phụ thuộc vào pH của môi trường: cationit yếu có dung lượng trao đổi cao ở vùng pH thấp, ngược lại anionit yếu có dung lượng trao đổi cao ở vùng pH thấp và nhỏ ở vùng pH cao. Dung lượng trao đổi của chất trao đổi ion còn phụ thuộc vào nồng độ của chính các cấu tử sẽ trao đổi ở trong

nước chứa vật liệu trao đổi ion. Nồng độ của các ion trong nước càng lớn thì dung lượng trao đổi càng lớn, tất nhiên dung lượng sẽ đạt giá trị tối đa, không tăng khi nồng độ ion trong nước tiếp tục tăng. Các hạt keo trong đất chủ yếu đóng vai trò của chất cationit yếu.

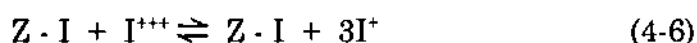
Vật liệu trao đổi ion có tính trao đổi chọn lọc khác nhau đối với các ion, thông thường các ion có hoá trị cao có tính trao đổi tốt hơn các ion có hoá trị thấp (ví dụ $\text{Al}^{3+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ \dots$). Các ion có khả năng tạo phức với các nhóm chức trên bề mặt vật liệu trao đổi sẽ có tính chọn lọc rất cao, ví dụ các kim loại nặng (Cu, Fe, Pb...) dễ tạo phức với các hạt keo hữu cơ qua các nhóm chức COOH, OH, SH,...

Do có tính chọn lọc cao nên các ion có hoá trị cao thường có năng lực “chiếm chỗ” trên chất trao đổi mạnh hơn so với các ion có hoá trị thấp và nó chỉ bị “lép vế” khi “lực lượng” của các ion hoá trị thấp cao hơn gấp bội. Sự mô tả trên tương ứng với quá trình cân bằng trao đổi ion trong một hệ chứa nhiều loại ion khác nhau. Nếu ký hiệu các hạt keo trong đất là Z, các hạt keo là vật liệu trao đổi ion dương tức là loại cationit, gắn trên nó một loại ion I^+ hoá trị nào đó, xung quanh hạt keo là nước cũng chứa ion I^+ . Khi đó ion I^+ tồn tại cả ở trên bề mặt hạt keo, (Z - I) và ở trong nước (I^+) là dạng tự do không bị “gắn” vào bề mặt hạt keo. Phụ thuộc vào các yếu tố như pH, nhiệt độ... ta luôn có cân bằng giữa ion I^+ trên bề mặt hạt keo và trong nước:

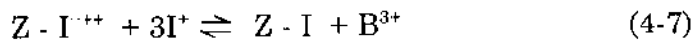


Lượng ion I^+ trên bề mặt hạt keo lớn khi dung lượng trao đổi của Z lớn và nồng độ I^+ ở trong nước lớn.

Nếu trong nước xuất hiện thêm các ion có tính chọn lọc cao hơn, các ion hoá trị 2 I^{++} hoặc hoá trị 3 I^{+++} thì các ion này sẽ “đẩy” các ion I^+ từ bề mặt hạt keo vào nước, cứ một I^{++} sẽ đẩy được 2 ion I^+ và một I^{+++} sẽ đẩy được 3 ion I^+ (trao đổi tương đương về điện tích), ví dụ:

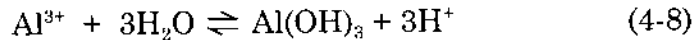


Ngược lại trong một hệ mà các ion hoá trị cao gắn trên hạt sét, các ion hoá trị thấp muốn thế chỗ của nó thì cần phải có nồng độ (trong nước) rất lớn:



Trong đất, các ion bám trên các hạt keo thường là K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , H^+ . Tuy nhiên lượng sắt (II), (III) và H^+ trong đất không nhiều.

Khi bị các ion khác trao đổi, Al^{3+} sẽ thấm vào nước, nó sẽ bị thủy phân và sinh ra axit (H^+):



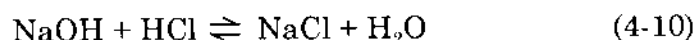
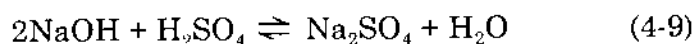
Sự hình thành axit theo cơ chế trao đổi ion không chỉ xảy ra đối với các hạt keo trong đất mà còn xảy ra đối với bùn lắng đọng trong đáy ao hồ. Bùn chứa nhiều chất hữu cơ và sét có dung lượng trao đổi ion cao hơn so với loại bùn chứa nhiều cát, sạn.

4.2. VẬT LIỆU TRUNG HOÀ AXIT

Để duy trì sự cân bằng sinh thái, tạo điều kiện thuận lợi cho thủy sản phát triển, một trong những chỉ tiêu hàng đầu là pH của môi trường. Hiện tượng thăng giáng pH hay xảy ra đối với các ao hồ từ nguồn đất mới hoặc do quá trình sinh hoá xảy ra mãnh liệt trong các ao hồ nuôi.

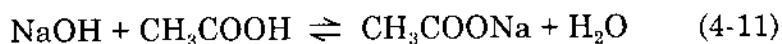
Để khử axit (H^+) trong ao hồ, tăng pH người ta sử dụng các vật liệu có tính kiềm như: KOH, NaOH, $Ca(OH)_2$ (dạng hydroxit kim loại kiềm, kiềm thổ), $NaHCO_3$, Na_2CO_3 , $Ca(HCO_3)_2$, $CaCO_3$, dolomit $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ (muối của kim loại kiềm, kiềm thổ). Trong các vật liệu trên có thể phân chia thành hai dạng chính: kiềm mạnh và kiềm yếu. Hydroxit của kim loại kiềm, kiềm thổ (K, Na, Ca, Mg) thuộc loại kiềm mạnh, thể hiện tính chất phân ly khá triệt để thành ion OH^- . Kiềm yếu là các loại muối carbonat, bicarbonat (gốc CO_3^{2-} , HCO_3^-) có khả năng tạo OH^- kém hơn thông qua phản ứng thủy phân. Cũng tương tự như vậy, axit cũng được chia thành hai loại mạnh và yếu, các axit mạnh như HCl, H_2SO_4 , HNO_3 có khả năng phân ly mạnh tạo ra H^+ trong vùng pH rất rộng, loại axit yếu như H_3PO_4 , các axit hữu cơ phân ly yếu, khả năng phân ly cao ở vùng pH cao. Khi trung hoà

một axit mạnh với một kiềm mạnh, sản phẩm tạo ra là nước và một muối trung tính, ví dụ:

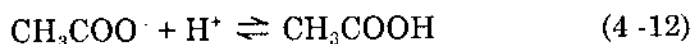


NaCl , Na_2SO_4 là muối trung tính, tức là dung dịch của muối đó có $\text{pH} \approx 7$.

Phản ứng trung hoà giữa một axit yếu và một kiềm mạnh sẽ tạo ra kiềm yếu:



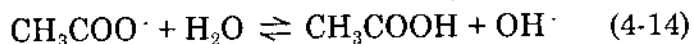
Muối natri axetat, CH_3COONa có tính kiềm yếu do phản ứng thủy phân theo cơ chế: trong nước natri axetat phân ly khá trọn vẹn thành ion CH_3COO^- và Na^+ , vì ion axetat là gốc của axit yếu axetic. Axit axetic phân ly và bị chi phối bởi thế cân bằng:



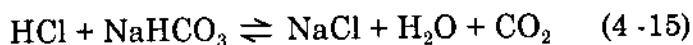
Để có H^+ cho phản ứng (4-12), nước phải phân ly thành H^+ và OH^- :



Nồng độ của axit axetic tạo thành chính bằng nồng độ của OH^- phân ly từ nước và chính OH^- sinh ra gây tính kiềm của dung dịch. Tổng thể của hai phản ứng trên có thể viết:



Phản ứng của một axit mạnh với một kiềm yếu tạo ra sản phẩm có tính axit yếu:

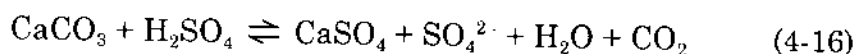


CO_2 chính là một axit yếu làm giảm pH của nước. Vì nhiều lý do, trước hết về mặt hiệu quả kinh tế, kiềm sử dụng để trung hoà axit rất ít khi là loại kiềm mạnh (trừ vôi sống hoặc vôi tôi) cho các ao hồ nuôi thủy sản. Những vật liệu thông dụng là đá vôi (CaCO_3), dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), vôi sống (CaO), vôi tôi (Ca(OH)_2) và một số loại vật liệu khác.

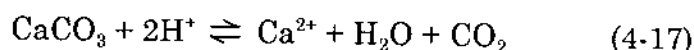
Đá vôi

Thành phần có tính chất trung hoà trong đá vôi là canxi carbonat, CaCO_3 . Tùy chất lượng của đá vôi mà hàm lượng canxi carbonat khác nhau, có loại đạt tới 98%.

Canxi carbonat là vật liệu tiêu chuẩn dùng cho mục đích trung hoà axit trong đất hoặc trong ao hồ nuôi trồng thủy sản. Với các nguồn đất, nước chứa phen sunfat (axit sunfuric) tác dụng trung hoà của canxi carbonat là khử H^+ trong nước:

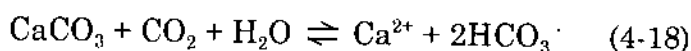


Với các nguồn đất, nước mà độ chua gây ra bởi tính chất trao đổi ion, ví dụ từ quá trình thủy phân của muối nhôm sinh ra H^+ thì phản ứng trung hoà của chúng là:



Phản ứng (4 -16), (4 -17) triệt tiêu được H^+ , thành phần gây chua hay giảm pH mạnh nhưng lại sinh ra CO_2 cũng là một axit nhưng thuộc loại yếu hơn nhiều. Khí CO_2 sinh ra sẽ chuyển thành bicarbonat (HCO_3^-) và một phần nhỏ carbonat (CO_3^{2-}) nếu pH trong nước cao ($\text{pH} > 6,3$). Nếu nồng độ của CO_2 rất cao thì có thể chúng lại được thải vào không khí làm tăng pH của nước, quá trình này sẽ được thúc đẩy nếu có quá trình sục khí.

Khí CO_2 sinh ra cũng có thể phản ứng trực tiếp với canxi carbonat:



Từ các phản ứng (4 -16) đến (4 -18) cho thấy khi bón đá vôi vào các nguồn nước chua sẽ giảm được độ chua (mất H^+), tạo thêm độ kiềm (HCO_3^-), tăng độ cứng (Ca^{2+}).

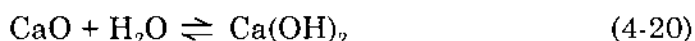
Vôi nung

Khi nung, canxi carbonat sẽ xảy ra quá trình phân hủy:

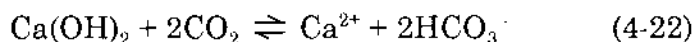
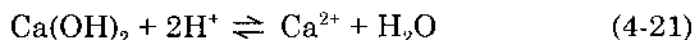


Nhiệt độ nung thường là 1100 - 1200°C, do sản phẩm tạo thành là CO₂ sớm tách ra khỏi vùng phản ứng (bay đi) nên phản ứng trên thực hiện khá trọn vẹn (cân bằng lệch về vế phải).

Tác dụng trung hoà của vôi nung giống như vôi tôi vì canxi oxit, CaO, phản ứng rất nhanh với nước tạo ra canxi hydroxit (vôi tôi):



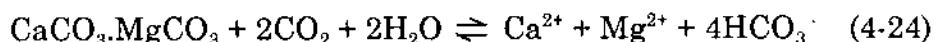
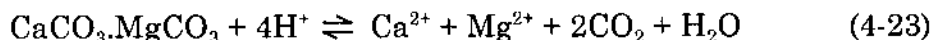
Tác dụng trung hoà của vôi tôi (vôi nung):



Khi bón, vôi tôi, vôi nung sẽ trung hoà được axit (H⁺, CO₂), tạo ra được độ cứng (Ca²⁺) và chỉ tạo thêm được độ kiềm khi trong nước có CO₂, lượng kiềm sinh ra sẽ ít hơn so với bón đá vôi.

Dolomit

Dolomit là loại khoáng carbonat hỗn hợp của canxi và magie có thành phần hoá học (công thức đúng) là CaCO₃.MgCO₃. Tác dụng trung hoà của dolomit là:



So sánh khả năng trung hoà, khả năng tăng độ cứng và kiềm của đá vôi như sau:

Phân tử lượng của CaCO₃ là 100 đơn vị (100 g/mol), của dolomit là 184 (184 g/mol). So sánh 1 kg đá vôi với 1 kg dolomit (giả thiết đều có độ tinh khiết 100% không chứa bất kỳ tạp chất nào) cho thấy: số mol trong 1 kg đá vôi sẽ là 10 (1000 g : 100 g/mol) và của dolomit là 5,43 (1000 g : 184 g/mol).

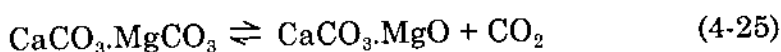
Từ phản ứng (4 -17) cho thấy: 1 mol CaCO₃ (100 g) sẽ khử được 2 mol H⁺ và sinh ra 1 mol Ca²⁺ (độ cứng). Với 1 kg CaCO₃ sẽ khử được 20 mol (20 g) H⁺ và tạo ra 10 mol (400 g) Ca²⁺.

Từ phản ứng (4 -23) cho thấy 1mol dolomit sẽ khử được 4 mol (40 g) H^+ và sinh ra được 1 mol (40 g) Ca^{2+} , 1 mol (24 g) Mg^{2+} . Với 1 kg dolomit sẽ khử được 21,7 mol (21,7 g) H^+ , tạo ra được 5,43 mol (217 g) Ca^{2+} và 5,43 mol (130,3 g) Mg^{2+} . Về phương diện trung hoà axit và tăng thêm độ cứng, dolomit có ưu thế hơn một chút so với đá vôi.

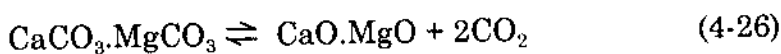
Tương tự như vậy, từ phản ứng (4 -19) và (4 -24) cho thấy lượng kiềm sinh ra từ dolomit cũng cao hơn khoảng 10% so với đá vôi với giả thiết là tất cả lượng CO_2 sinh ra đều được phản ứng hết.

Dolomit nung

Dolomit cũng được nung để sử dụng vào các mục đích khác nhau, trong quá trình nung khí CO_2 cũng bị phân hủy nhưng nhiệt độ phân hủy của canxi và carbonat khác nhau nên các sản phẩm thu được cũng khác nhau. $MgCO_3$ bị phân hủy ở khoảng nhiệt độ 700 - 750°C, tạo ra sản phẩm MgO và CO_2 còn $CaCO_3$ thì phân hủy ở trên 1100°C, vì vậy khi nung ở dưới nhiệt độ phân hủy của $CaCO_3$ sẽ sinh ra sản phẩm:



Còn khi nung ở trên nhiệt độ phân hủy của $CaCO_3$ thì:

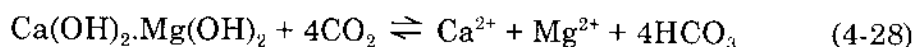
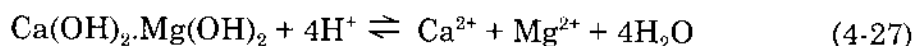


$CaCO_3.MgO$ gọi là dolomit bán phân hủy, $CaO.MgO$ gọi là dolomit nung. Tính kiềm của dolomit bán phân hủy thấp hơn dolomit nung nhưng cao hơn dolomit.

So với canxi carbonat, dolomit và các sản phẩm biến tính nhiệt của nó có tốc độ tan lớn hơn. Do quá trình phân hủy $CaCO_3$ và $MgCO_3$ ở các nhiệt độ khác nhau nên cấu trúc nội tại của khoáng vật bị phá vỡ dẫn tới sản phẩm bán phân hủy có bề mặt riêng lớn, hoạt tính cao và vì vậy tốc độ tan nhanh hơn. Do có hoạt tính cao nên sản phẩm dolomit nung cũng cần phải được bảo quản cẩn thận để đề phòng phản ứng ngược lại tạo thành nguyên liệu ban đầu khi nó tiếp xúc với carbon dioxit trong khí quyển. Đối với kỹ thuật lọc nước thông

dụng kích thước hạt dolomit nung nằm trong khoảng 0,5 – 6 mm, kích thước hạt khá thô như vậy cũng là biện pháp bảo quản sản phẩm.

Tác dụng trung hoà của dolomit nung giống như canxi carbonat nung, tức là dạng vôi tôi:



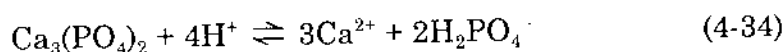
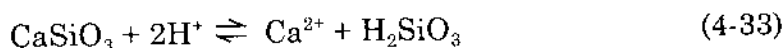
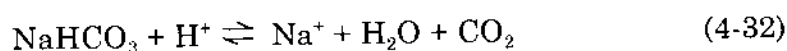
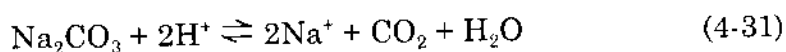
Tính năng trung hoà CO_2 của sản phẩm dolomit phân hủy (nung) không hoàn toàn có đặc điểm là khi tan thì MgO tan trước, nhanh hơn (không phụ thuộc vào tỷ lệ của vật liệu - mỗi loại có tỷ lệ Mg : Ca khác nhau):



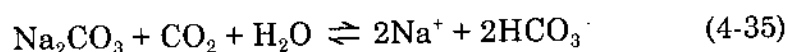
Độ tan của hệ MgCO_3 - H_2O - CO_2 tốt hơn nhiều so với hệ CaCO_3 - H_2O - CO_2 khi $\text{pH} < 9,6$ (trong nước còn dư CO_2 , xem phương trình (4 -18)) nên khi đó CaCO_3 sẽ bị hạn chế về khả năng tan. Nói cách khác khi $\text{pH} < 9,6$ thì tác dụng trung hoà là do MgO , chỉ khi thành phần này bị tiêu hao hết thì CaCO_3 mới đóng vai trò trung hoà. Vì cấu trúc mạng đã bị vỡ (do MgO tan ra) nên tốc độ hoà tan của CaCO_3 (còn lại) cũng nhanh hơn so với đá vôi nguyên chất.

Trong ao hồ mà axit có nguồn gốc từ trao đổi ion hay do khí CO_2 , khi dùng đá vôi, vôi sống hay vôi tôi để trung hoà thì độ cứng và độ kiềm của nước đều tăng với mức độ gần bằng nhau. Đối với nguồn nước mà axit có nguồn gốc từ quá trình khoáng hoá, oxy hoá thì độ cứng tăng mạnh hơn độ kiềm do một phần anion, độ kiềm của nó bị tiêu hao bởi axit.

Một số vật liệu trung hoà có thể sử dụng trong ao hồ là soda (Na_2CO_3), natri bicarbonat (NaHCO_3), canxi silicat (CaSiO_3), canxi photphat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Các loại nguyên liệu trên trung hoà axit (H^+) theo các phản ứng sau:



Sô đa phản ứng với CO_2 và tạo thành độ kiềm của nước:



Canxi silicat và canxi photphat không phản ứng với CO_2 nên không tạo ra kiềm bicarbonat. Soda và natri bicarbonat không làm tăng độ cứng, canxi silicat và photphat làm tăng độ cứng của nước. Qua đó cho thấy, phụ thuộc vào các mục đích cụ thể (khử axit, tăng độ cứng, độ kiềm của nước) có thể lựa chọn các vật liệu trung hoà phù hợp.

Xỉ than từ các lò luyện thép cũng có thể sử dụng để làm vật liệu trung hoà trong các ao nuôi. Trong quặng sắt có chứa một hàm lượng photpho nhất định, thép (gang) chứa photpho có tính giòn cao nên nó cần được tách ra trong quá trình luyện kim bằng cách đưa đá vôi vào quặng nóng chảy để cho canxi kết hợp với photpho. Hợp chất canxi photphat sẽ nổi lên bề mặt của hỗn hợp chảy và được tách ra. Tạp chất này được nghiền nhỏ và sử dụng làm chất trung hoà axit và phân photphat cho ao hồ nuôi trồng thủy sản.

Tro đốt từ các nguyên liệu thực vật (gỗ, rơm, rạ, tre nứa...) có thành phần là các oxit hoặc carbonat kim loại, (K_2CO_3 , Na_2CO_3 , CaO , MgO ...), chúng vừa có tác dụng trung hoà axit vừa cung cấp thêm các thành phần K, P là các loại phân bón.

So với đá vôi, khả năng trung hoà axit của xỉ than đạt giá trị 50 - 75%, của tro thực vật đạt 20 - 40%. Chúng phản ứng với CO_2 trong nước làm tăng độ kiềm và độ cứng của nước. Thành phần hoá học của chúng biến động rất mạnh chứ ít ổn định so với các vật liệu thông dụng khác.

Hiệu quả trung hoà

Các vật liệu khác nhau có khả năng trung hoà khác nhau trên cùng một đơn vị khối lượng. Để dễ so sánh người ta chọn canxi carbonat làm vật liệu để so sánh và có giá trị quy ước là 100%.

Một phân tử CaCO_3 có phân tử lượng là 100, có khả năng trung hoà axit bằng một phân tử CaO (xem (4 - 17), (4 - 19)) có phân tử lượng là 56. Tỷ lệ phân tử lượng $\text{CaCO}_3/\text{CaO} = 100/56 = 1,79$, vậy nếu tính theo khối lượng thì hiệu quả trung hoà của CaO so với CaCO_3 cao hơn 79%. Tương tự như vậy người ta có thể tính hiệu quả trung hoà của các vật liệu khác nhau khi biết được công thức hoá học của chúng. Bảng 4.1 sau ghi lại giá trị trung hoà của các vật liệu khác nhau.

Bảng 4.1. Giá trị trung hoà, phân tử lượng của các vật liệu thường sử dụng để trung hoà nước ao hồ nuôi.

Vật liệu	Công thức hóa học	Phân tử lượng	Giá trị trung hoà (%)
Canxi carbonat	CaCO_3	100	100
Dolomit	$\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$	184	109
Canxi oxit	CaO	56	179
Canxi magie oxit	CaO.MgO	96	208
Canxi hydroxit	Ca(OH)_2	74	135
Canxi magie hydroxit	$\text{Ca(OH)}_2.\text{Mg(OH)}_2$	132	151
Natri carbonat	Na_2CO_3	106	94
Natri bicarbonat	NaHCO_3	84	59
Canxi silicat	CaSiO_3	116	86
Canxi photphat	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	310	65

Trong thực tế hầu như tất cả các loại vật liệu sử dụng đều không tinh khiết, lẫn các tạp chất khác. Nguyên liệu trung hoà thường là các sản phẩm tự nhiên: đá vôi, dolomit, đá phấn, đá phiến, vỏ san hô, sò, hến... Đối với các loại sản phẩm tự nhiên thì không thể tính toán giá trị trung hoà trên cơ sở công thức hoá học mà phải trực tiếp xác

định từ thí nghiệm. Xác định giá trị trung hoà của một loại vật liệu có thể tiến hành như sau:

Sử dụng một bình thủy tinh 500 ml, cân chính xác 500 mg vật liệu cần nghiên cứu cho vào bình, cho vào lọ 25 ml dung dịch axit HCl chuẩn 1N. Lắc đều dung dịch, đun đến sôi và giữ nóng cho tới khi phản ứng kết thúc. Cho thêm khoảng 100 ml nước cất vào bình, đun sôi khoảng 1 – 2 phút, để nguội. Dung dịch được chuẩn độ với NaOH chuẩn 1N với chất chỉ thị là phenolphthalein. Từ giá trị thể tích NaOH tiêu hao có thể tính được giá trị trung hoà của vật liệu.

Ví dụ: 500 mg vật liệu phản ứng với 25 ml axit HCl 1N. Dung dịch sau phản ứng được chuẩn lại với NaOH 1N, lượng dung dịch NaOH tiêu hao là 16 ml. Hãy tính giá trị của vật liệu.

Giải:

Tổng lượng axit ban đầu là: $25 \text{ ml} \times 1\text{N} = 25 \text{ mđl}$

Lượng axit còn dư lại sau phản ứng tương ứng với lượng kiềm tiêu hao khi chuẩn độ là 16 mđl.

Lượng axit tiêu hao do phản ứng trung hoà: $25 \text{ mđl} - 16 \text{ mđl} = 9 \text{ mđl}$

Một mđl của CaCO_3 là 50 (phân tử lượng của CaCO_3 là 100 và hoá trị của nó là 2, đương lượng của CaCO_3 là 50 g/dl , mđl là $1/1000$ của dl). 9 mđl axit HCl tiêu hao sẽ ứng với 450 mgCaCO_3 .

Giá trị trung hoà của vật liệu trên: $450 \text{ mg}/500 \text{ mg} = 0,9$ hay bằng 90% của CaCO_3 .

Lưu ý: Nồng độ 1N của HCl hay NaOH là 1 mol/l nhưng do hoá trị của cả hai chất trên đều là 1 nên nồng độ đương lượng (nồng độ chia cho hoá trị) cũng chính là 1, 1 dl = 1000 mđl. Trong chuẩn độ để thuận lợi người ta hay dùng nồng độ đương lượng thay vì nồng độ mol.

Có thể sử dụng công thức đơn giản sau để xác định giá trị trung hoà của vật liệu:

$$\text{Giá trị trung hoà (\%)} = \frac{(V - T) \times N \times 5000}{m}$$

trong đó:

V - thể tích axit HCl sử dụng (ml);

T - thể tích NaOH tiêu hao khi chuẩn (ml);

N - nồng độ đương lượng của axit và kiềm (cùng nồng độ);

m - khối lượng vật liệu sử dụng (mg).

Hiệu quả trung hoà của các loại vật liệu rất khác nhau, từ 65% đối với canxi photphat tới 208% đối với dolomit nung. Giá trị về hiệu quả trung hoà của các vật liệu khác nhau sẽ xác định giá thành của vật liệu.

Trừ các loại nguyên liệu dễ tan như muối Na_2CO_3 , NaHCO_3 , vôi tôi, vôi nung, đá vôi và dolomit có tốc độ tan chậm, tốc độ tan trong nước của chúng trước hết phụ thuộc vào kích thước của vật liệu, kích thước càng nhỏ thì tốc độ tan càng lớn, và vì vậy giá thành của vật liệu cũng phụ thuộc vào độ mịn của nó. Một sản phẩm dạng bột (đá vôi, dolomit, vỏ sò, sét phiến) thường có kích thước hạt rất khác nhau không bao giờ có cùng một giá trị mà có một khoảng nào đó thường được thể hiện ở đường đồ thị phân bố kích thước hạt. Để đơn giản, độ mịn của vật liệu có thể đánh giá như sau:

Vật liệu lọt qua rây có kích thước 0,24 mm được coi là có độ mịn đạt 100%, hạt thô hơn có độ mịn thấp hơn. Cách tính độ mịn được xác định theo bảng 4.2.

*Bảng 4.2. Xác định độ mịn của bột đá vôi (quy ước)
theo phương pháp phân loại bằng rây*

Kích thước hạt	Độ mịn (%)
Phần nằm lại trên rây cỡ 1,7 mm	3,6
Phần nằm lại giữa hai rây 1,7 - 0,85 mm	12,7
Phần nằm lại giữa hai rây 0,85 - 0,25 mm	52,2
Phần lọt qua rây 0,25 mm	100

Cách xác định được tiến hành như sau: Sấy khô vật liệu, cân một lượng xác định (ví dụ 500 g). Sử dụng một bộ rây gồm 3 chiếc có kích thước lần lượt là 0,25; 0,85 và 1,7 mm. Rây có kích thước lớn đặt trên rây có kích thước nhỏ. Đưa vật liệu cần xác định vào rây trên cùng, lắc kỹ, sau đó đem cân vật liệu ở các rây và cả phần lọt qua rây nhỏ nhất. Vật liệu được tách ra làm 4 phần : Phần I nằm lại ở rây có kích thước 1,7 mm, phần II nằm ở rây có kích thước 0,85 mm, phần III nằm trên rây 0,25 mm, phần IV lọt qua rây 0,25 mm. Cân từng phần đoạn và xác định phần trăm của nó so với tổng khối lượng mẫu và tính toán bằng cách nhân số phần trăm của các phần đoạn với độ mịn quy ước tại bảng 4.2 (độ mịn tính theo số thập phân, không theo %), cộng các số liệu lại với nhau sẽ là kết quả của độ mịn (%).

Ví dụ: trong 500 g bột đá vôi hay dolomit khi rây ta nhận được:

Phần I: 25 g ứng với 5%

Phần II: 60 g ứng với 12%

Phần III: 80 g ứng với 16%

Phần IV: 335 g ứng với 67%

Độ mịn của sản phẩm là:

$$(67\% \times 1) + (16\% \times 0,522) + (12\% \times 0,127) + (5\% \times 0,036) = 77,07\%.$$

Tốc độ tan của đá vôi, dolomit chậm cho nên hiệu quả trung hoà, tăng độ kiềm, độ cứng của nước rất phụ thuộc vào độ mịn của vật liệu. Ví dụ hiệu quả của loại vật liệu có độ mịn 60% cũng chỉ đạt khoảng 60% so với loại có độ mịn 100%.

Với công nghệ nghiền hiện đại ngày nay các sản phẩm trên có thể đạt tới độ mịn rất cao và vì vậy hiệu quả sử dụng rất tốt. Ví dụ có hai sản phẩm cùng loại là đá vôi, khác nhau về kích thước, loại mịn có kích thước nằm trong khoảng 0,0004 - 0,0008 mm, loại thô có kích thước 0,074 - 0,149 mm cùng bón cho một nguồn nước giống nhau và cùng liều lượng. Sau thời gian 56 ngày, độ cứng của nước bón loại vật liệu mịn đạt 105 mg/l, trong khi đó nước sử dụng loại vật liệu thô chỉ

đạt độ cứng 52 mg/l. Các loại vật liệu thương phẩm đang lưu hành thường đạt độ mịn 50 - 60% hạt lọt qua cỡ rây 0,045 mm (kích thước của hạt xi măng nhỏ hơn 0,076 mm). Gần đây trên thị trường có lưu hành một số sản phẩm trung hoà dạng huyền phù chứa đá vôi với độ khô chiếm khoảng 50%, 50% là nước. Kích thước hạt huyền phù rất mịn, nhỏ hơn 0,004 mm. Tốc độ trung hoà (độ tan) của nó rất nhanh, tuy vậy nếu sử dụng thì liều lượng cần gấp đôi so với dạng bột khô. Mặt khác do vận chuyển, cất giữ một khối lượng không có ích là lớn (nước chiếm 50%) nên giá thành của sản phẩm không có tính cạnh tranh cao.

Tốc độ hoà tan của cả đá vôi lẫn dolomit cũng còn phụ thuộc vào pH của nước: pH càng thấp thì tốc độ hoà tan của chúng càng cao, ví dụ khi pH nằm trong 3 - 6,5 tốc độ tan của chúng cao hơn khoảng 4 - 5 lần so với tốc độ tan trong vùng pH từ 6,5 đến 9,5.

4.3. LỢI ÍCH VÀ PHƯƠNG PHÁP SỬ DỤNG

Do vật liệu trung hoà axit thuận lợi về nhiều phương diện là đá vôi và dolomit nên trong những phân trình bày dưới đây chỉ đề cập tới hai loại nguyên liệu trên. Ngoài tác dụng trung hoà axit, chúng còn có tác dụng làm tăng độ kiềm (HCO_3^-) và độ cứng (Ca^{2+} , Mg^{2+}) của nước.

Nước nuôi trồng thủy sản chứa nhiều axit (pH thấp) có tác động xấu đến sinh trưởng và phát triển của các loài thủy sản do tác động trực tiếp vào quá trình sinh hoá trong cơ thể chúng (xem phần 3.3). Các nguồn nước có pH thấp là các nguồn nước có độ kiềm thấp, ảnh hưởng không thuận lợi đến sự phát triển của tảo và thủy thực vật nói chung và phần nhiều những nguồn nước đó cũng có độ cứng thấp (xem phần 3.3, 3.4, 3.5).

Các nguồn nước có pH thấp thường chứa nhiều kim loại nặng ở dạng ion tan (Fe^{2+} , Al^{3+}), các ion này sẽ tác dụng với photphat tạo thành các hợp chất không tan, lắng xuống đáy, hạn chế sự phát triển của tảo - nguồn thức ăn cần thiết cho thủy động vật.

Các nguồn nước có pH rất thấp mà các loại thủy động vật không sống được (pH nhỏ hơn 5) cũng không quá phổ biến, nhưng khoảng pH dao động lớn trong ngày tại các ao hồ có quá trình sinh hoá hoạt động mạnh (hô hấp, quang hợp của tảo, buổi sáng sớm pH thấp, chiều hôm pH cao) thì khá phổ biến. Các ao hồ nuôi thâm canh thường có quá trình hoạt động sinh hoá mạnh và có nhiều bùn đáy ao hồ. Bùn đáy là các chất hữu cơ tích tụ khi phân hủy trong vùng pH thấp thường sinh ra các chất gây độc, có mùi như H_2S .

Sử dụng đá vôi hoặc dolomit để bón cho các ao hồ nuôi thủy sản vì vậy tác động đồng thời nhiều yếu tố tương tác lẫn nhau.

Ảnh hưởng tới độ cứng: Độ cứng của nước tăng khi bón đá vôi hay dolomit. Trong trường hợp tan hết (sau một thời gian bón nhất định), độ cứng của nước tăng, phụ thuộc vào các yếu tố: liều lượng bón, thể tích nước và chất lượng vật liệu ($\%CaCO_3$ trong đá vôi).

Ví dụ một ao có diện tích 1 ha ($10.000 m^2$) độ sâu trung bình của nước là 1,2 m, lượng đá vôi sử dụng là 10.000 kg, hàm lượng $CaCO_3$ trong nguyên liệu là 90%. Tính độ cứng tăng thêm khi lượng đá vôi tan hết.

Giải:

Lượng canxi khi tan hết trong nước: $10.000 \text{ kg} \times 0,9 \times 0,4 = 3600 \text{ kg } Ca^{2+}$ (Ca trong $CaCO_3$ chiếm 40%)

Thể tích nước trong ao hồ là: $10.000 \times 1,2 = 12.000 m^3$

Nồng độ canxi trong nước là: $3600 \text{ kg} / 12.000 m^3 = 0,3 \text{ kg} / m^3 = 300 \text{ g} / m^3 = 300 \text{ mg} / l$.

Tuy nhiên đó chỉ là con số tính theo lý thuyết, trong thực tế độ cứng sẽ thấp hơn nhiều do đá vôi không kịp tan hoặc sau một thời gian rất dài mới tan hết. Tác động của độ cứng lên hiệu quả nuôi thủy sản được trình bày ở phần 3.5.

Bón đá vôi làm tăng độ kiềm của nước: thành phần CO_3 trong đá vôi, dolomit có tác dụng làm tăng độ kiềm HCO_3^- của nước. Các nguồn nước có pH thấp có độ kiềm cũng thấp, nước có độ kiềm thấp

chẳng những ảnh hưởng tới hoạt động của thủy động vật mà còn hạn chế sự phát triển của tảo. Vì vậy nếu bón đá vôi kết hợp với bón phân đạm, lân sẽ thúc đẩy tảo phát triển, qua đó tăng năng suất nuôi trồng, đặc biệt đối với các nguồn nước có độ kiềm thấp. Trong trường hợp bón đá vôi phối hợp với phân thì độ kiềm sinh ra đóng vai trò làm tăng cường khí CO_2 cho quá trình quang hợp của tảo. Bón đá vôi không kết hợp với phân chưa chắc đã mang lại hiệu quả, nhất là đối với các nguồn nước không quá nghèo kiềm ($> 20 \text{ mg/l}$). Lợi ích của bón đá vôi, dolomit sẽ rõ ràng hơn đối với các nguồn nước có pH thấp và độ cứng cũng thấp, nó cải thiện được chất lượng nước.

Với nguồn nước có pH quá thấp, bón đá vôi làm tăng pH sẽ mang lại cơ hội sống cho thủy động vật cũng như thuận lợi cho chúng phát triển. Với các nguồn nước tuy pH không quá thấp nhưng có “tính đậm” kém thì lợi ích của bón đá vôi là: khi tăng pH của lớp bùn đáy sẽ hạn chế khả năng lắng photpho xuống đáy, thúc đẩy tảo phát triển và tăng cường khả năng phân hủy bùn của vi sinh vật, kéo theo là tăng cường chu trình quay vòng vật chất trong ao hồ. Khi bón đá vôi, “tính đậm” của nước được tăng cường sẽ làm giảm sự thăng giáng pH trong ngày do quá trình quang hợp trong các ao giàu dinh dưỡng. Do tăng độ cứng, độ kiềm, các loại axit tự nhiên gây màu như humic, fulvic dễ lắng tạo ra nước trong hơn, khi đó ánh sáng chiếu tới lớp nước sâu tạo điều kiện cho thực vật phát triển. Kết quả tổng thể của việc bón đá vôi là cải thiện chất lượng nước, tăng cường sự phát triển của tảo và do đó tăng năng suất nuôi trồng.

Một câu hỏi thiết thực được đặt ra là: làm thế nào để biết được là một nguồn nước nuôi nào đó cần được bón đá vôi, vôi hoặc loại vật liệu tương ứng nào đó. Những chỉ số được sử dụng cho quyết định trên gồm: pH, độ cứng, độ kiềm của nước.

Khi pH thấp không phù hợp với từng loại nuôi cụ thể (xem phần 3.3) thì cần được điều chỉnh, nhưng khi đó cần phải xem thêm về độ cứng, độ kiềm của nước đã đủ hay chưa mà sử dụng các loại vật liệu khác nhau. Với pH thấp (thường đi liền với độ kiềm thấp, độ kiềm sẽ bằng 0 nếu $\text{pH} < 4,3$), độ cứng cao có thể sử dụng cả các loại vôi, dolomit đã nung, vôi tôi, hay sô đa.

Sử dụng những nguyên liệu trên làm tăng pH nhanh do tốc độ hoà tan trong nước của chúng lớn hơn nhiều so với đá vôi và dolomit không nung. Trong trường hợp sử dụng xô đa (Na_2CO_3) hoặc xô đa nhẹ (bicarbonat HCO_3^-) cũng làm tăng độ kiềm trực tiếp.

Nước có độ cứng tổng thấp hơn 20 mg/l cần được bón đá vôi nhất là khi ao hồ được bón thêm phân hoá học (đạm, lân). Tác dụng của đá vôi thể hiện khá rõ cho các ao nuôi cá khi độ cứng tổng nằm trong khoảng 10 – 20 mg/l, với độ cứng thấp hơn 10 mg/l thì tác dụng ít rõ rệt hơn.

Với các ao hồ không bón phân thì nhìn chung độ cứng của nước càng thấp so với 20 mg/l thì nhu cầu hay tác dụng của bón đá vôi càng cao.

Nước nuôi trồng các loài nhuyễn thể cần có độ cứng cao hơn so với nuôi cá, không thấp hơn 50 mg/l để thúc đẩy quá trình lột xác. Trong trường hợp độ kiềm của nước cao, độ cứng thấp có thể sử dụng thạch cao ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) để bón vào nước. Thạch cao có độ tan cao hơn nhiều so với đá vôi và khả năng tạo ra độ cứng bằng khoảng 60% của đá vôi.

Độ kiềm là chỉ dẫn đáng tin cậy hơn cho quyết định có hoặc không bón đá vôi so với chỉ tiêu độ cứng của nước do rất nhiều nguồn nước nuôi có độ cứng cao mà độ kiềm thì thấp hoặc ngược lại do sự có mặt của các ion Na^+ , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} với các tỷ lệ khác nhau có nguồn gốc từ đất và nước liên quan đến ao hồ nuôi trồng.

Kinh nghiệm cho thấy năng suất nuôi cá sẽ tăng khi độ kiềm được nâng cao lên trên 20 mg/l đối với các ao hồ có độ kiềm thấp. Một số loại nhuyễn thể nước ngọt phát triển thuận lợi trong nước có độ kiềm trên 50 mg/l. Một số loại cá như rô phi, cá chép trong các ao hồ vùng nhiệt đới có sử dụng nhiều phân bón thậm chí cần độ kiềm tới 75 mg/l hoặc cao hơn. Ví dụ tại một số ao hồ nuôi cá rô phi, cá chép ở Bangladesh có sử dụng nhiều phân, bổ sung thêm đạm ure và supe lân (3,5 kg/ha.ngày). Kết quả về ảnh hưởng của độ kiềm lên năng suất như sau:

Với độ kiềm là: 34, 51, 65 và 94 mg/l thì năng suất cá tương ứng là 4199, 4643, 5175, 5339 kg/ha. Trong các ao hồ dùng nhiều phân hữu cơ, độ kiềm của nước tăng lên rất có thể là do quá trình phân hủy chất hữu cơ tạo ra CO_2 .

Thông thường, biện pháp bón đá vôi được áp dụng khi đã sử dụng phân bón hoá học mà không đạt hiệu quả tăng mật độ tảo trong các ao hồ nuôi. Tuy nhiên việc quyết định có bón đá vôi hoặc không cần dựa trên kết quả đánh giá phân tích độ cứng, độ kiềm cũng như các yếu tố khác hạn chế sự phát triển của tảo.

Nước lợ thường có hàm lượng độ cứng, độ kiềm trên 50 mg/l (có nguồn gốc từ nước biển, nước biển có độ cứng tới 6000 mg/l, $\text{pH} > 7,5$) vì vậy việc bón thêm đá vôi ít mang lại hiệu quả. Ngay đối với các ao hồ chứa nhiều bùn đáy có độ axit cao thì việc thay nước là biện pháp hay được áp dụng, khi đó độ cứng và độ kiềm cũng luôn được bổ sung đủ khả năng trung hoà axit. Với các ao hồ không thực hiện giải pháp thay nước hoặc trên các nền đất có độ axit lớn thì cần tới việc xử lý với các vật liệu trung hoà axit (vôi tôi, sô đa, dolomit nung).

Do nước lợ chứa nhiều natri nên chúng dễ đẩy canxi từ bùn đáy vào nước (trao đổi ion), vì vậy bón vôi vào ao khô cạn giữa các mùa thu hoạch sẽ có lợi cho việc phân hủy các chất hữu cơ dư thừa của các chủng loại vi sinh trong quá trình phơi ải.

Với các ao nuôi bằng thức ăn tổng hợp, hiệu quả của việc bón đá vôi không rõ ràng như trong các ao hồ nuôi bón phân vô cơ, tuy nhiên nếu hàm lượng canxi trong nước nuôi quá thấp thì canxi trong cơ thể thủy động vật sẽ bị tiết vào nước ảnh hưởng đến phát triển của chúng. Lượng canxi tối thiểu trong nước đối với trường hợp trên chưa xác định rõ.

Với ao hồ ở vùng nước lợ, nước dễ bị nhiễm chua thì việc tăng pH là cần thiết nhằm duy trì môi trường thích hợp cho thủy động vật sinh sống.

Như đã trình bày ở phần trước, nguồn axit gây chua nước phần lớn có nguồn gốc từ đất hoặc từ bùn lắng dưới đáy ao hồ. Với các ao

hồ mới đào hoặc khi phơi ải giữa các vụ chúng cũng cần được trung hoà axit.

Đánh giá độ axit của đất ao hoặc bùn có thể tiến hành: hoà đất, bùn với nước cất theo tỷ lệ 1 : 1 và đo pH của hỗn hợp. Dùng một lượng kiềm nhất định để trung hoà nếu pH thấp (có thể dùng chỉ thị phenolphthalein có độ chuyển màu tại pH = 8,3). Khi sử dụng kiềm, pH có thể đạt giá trị trung hoà khá nhanh nhưng có thể lại tụt xuống do quá trình cân bằng (khuếch tán) chậm vì vậy cần theo dõi pH theo thời gian.

Trung hoà cho đất có thể tính toán dựa trên diện tích quy theo khối lượng đất cần được trung hoà. Giống như đất trồng cây khi bón vôi, lớp đất được cày xới có độ dày khoảng 15 cm cần được trung hoà, khối lượng riêng của đất có giá trị khoảng $1,5 \text{ kg/dm}^3$. Khối lượng đất trên 1 ha cần bón vôi là $2,2 \cdot 10^6 \text{ kg}$ (2.200 tấn). Vậy để có được 1mg đá vôi trên 1 kg đất (1 phần triệu) thì cần 2,2 kg/ha.

Bùn ao hồ tuy không được cày xới nhưng khi bón đá vôi thì chúng cũng được trộn lẫn do hoạt động của các động vật sống trong đó. Đá vôi có thể phản ứng với các cấu tử có mặt ở trong bùn ở độ sâu tới 15 cm trong thời gian khoảng 2 năm. Do lượng nước ở trong lớn hơn trong đất nên khối lượng riêng có giá trị thấp hơn, khoảng 1 kg/dm^3 . Vì vậy khi sử dụng 1,5 kg CaCO_3 bón cho 1 ha thì nồng độ chất trung hoà trong đó đạt 1 mg/kg (phần triệu) ở lớp bùn có độ dày 15 cm.

Bón đá vôi có thể thực hiện: rải đều trên lớp bùn hoặc phun trên bề mặt nước. Trong trường hợp sau, khi lắng xuống đáy ao, một phần bị hoà tan vào nước. Dù bón theo cách nào thì phần lớn sẽ nằm trên bề mặt của lớp bùn đáy. Các hạt sẽ tan dần vào nước hoặc phản ứng với các chất tan trong nước. Hạt mịn hoà tan nhanh hơn các hạt thô, tốc độ hoà tan nhanh và triệt để khi pH thấp và nồng độ CO_2 cao và chậm khi pH của môi trường cao. Khi nằm ở đáy ao, bề mặt của hạt đá vôi sẽ bị bùn, một số oxit kim loại bao bọc làm giảm tốc độ tan của chúng và hạn chế tác dụng trung hoà, vì vậy nên trong thực tế cần phải bón một lượng gấp rưỡi so với tính toán để có được hiệu quả mong muốn.

Khi bón đá vôi cho ao hồ nuôi nhằm tăng độ kiềm cho nước cần chú ý mức độ hao hụt kiềm do axit của bùn nằm ở đáy ao và quá trình xảy ra không nhanh, vì vậy nên kiểm tra mức độ tăng (hoặc giảm) độ kiềm sau khi bón theo thời gian nhằm đi tới một liều lượng bón hợp lý.

Trong một số trường hợp khó quyết định có thể tiến hành như sau: thường mức độ bón đá vôi ít khi nhỏ hơn 2000 kg/ha ao hồ, bởi vậy nên bón lượt đầu là 2000 kg/ha, sau đó ba tuần sẽ kiểm tra lại độ kiềm, nếu độ kiềm vẫn thấp thì lại tiếp tục bón thêm 2000 kg/ha.

4.4. ÁP DỤNG TRONG THỰC TIỄN

Trong thực tiễn sản xuất, trung hoà axit cho ao hồ cần thực hiện các bước: đánh giá mẫu đất, bùn, chọn lựa vật liệu trung hoà, chọn thời điểm bón, phương thức bón và kiểm tra nước sau khi bón.

Lượng vôi cần thiết để bón cho đất hay bùn chủ yếu phụ thuộc vào các loại hạt mịn dạng keo như sét, mùn hữu cơ. Những thành phần thô như sỏi, cát có tác động không đáng kể. Trong các ao hồ nuôi, lớp bùn bên dưới chứa nhiều hạt thô, hạt mịn thường nằm ở lớp trên. Trong ao hồ nước sâu khả năng tích lũy bùn hữu cơ cao hơn so với ao có mực nước nông.

Độ axit của bùn thay đổi theo chiều sâu lớp bùn và cũng không đều theo vị trí ngang. Thông thường lớp bùn sâu có độ axit cao hơn lớp nông. Vì những lý do kể trên khi lấy mẫu bùn đất cần lấy ở các vị trí khác nhau và lấy mẫu cho tới độ sâu 15 cm. Các mẫu được trộn đều để xác định độ axit đại diện. Số mẫu cần đánh giá phụ thuộc vào diện tích ao: nếu ao có diện tích nhỏ hơn 1 ha thì lấy 12 mẫu, ao có diện tích 1 – 4 ha cần lấy 25 mẫu. Có thể sử dụng gậy có đầu rồng để lấy mẫu với độ dày tới 15 cm hoặc trực tiếp lấy mẫu trong thời gian tháo cạn nước để thu hoạch. Sau khi đã lấy được mẫu, cần sấy khô ở 60°C hoặc phơi trong nhà hay ngoài trời cho khô, nghiền nhỏ và đánh giá axit của mẫu cũng như liều lượng đá vôi cần phải bón.

Lựa chọn vật liệu trung hoà axit. Tất cả các vật liệu trung hoà axit đã trình bày trong phần 4.2 đều có thể sử dụng để trung hoà axit, tăng độ kiềm và độ cứng.

Vôi nung, vôi tôi, dolomit nung phản ứng với axit, tăng pH của nước nhanh hơn so với đá vôi, dolomit chưa nung và xỉ than. Tuy nhiên vôi nung hoặc vôi tôi có độ kiềm cao nên không thuận tiện sử dụng và dễ xảy ra tăng pH cục bộ tới mức làm hại cho tôm, cá. Tất nhiên sau một thời gian nhất định, pH sẽ giảm về mức bình thường. Bột đá vôi, bột dolomit, xỉ than sử dụng thuận tiện và an toàn hơn. Xỉ than có thể chứa tới 10% lân (P_2O_5) và giá trị trung hoà đạt khoảng 80%. Bột đá vôi, bột dolomit là vật liệu an toàn, rẻ và có hiệu quả đối với phần lớn ao hồ nuôi thủy sản. Vôi tôi, vôi nung có thể sử dụng để tăng pH cho đất tới mức khử được nhiều loại vi sinh vật gây bệnh khi phơi ao hồ.

Thời điểm trung hoà

Khi bón đá vôi cho ao hồ, chúng phản ứng (tan) rất chậm, vì vậy phần lớn lắng xuống đáy và chúng cũng làm hao hụt lượng photphat trong nước. Do pH của nước tăng nên phần lớn lượng khí CO_2 trong nước (cho quá trình quang hợp của tảo) chuyển thành dạng bicarbonat HCO_3^- . Tuy nhiên sau một vài tuần pH của bùn đáy tăng lên, tạo quá trình cung cấp photphat vào nước thuận lợi hơn và tăng độ kiềm cho nước.

Bón đá vôi thường đi liền với bón phân. Ở các nước ôn đới thời điểm bón đá vôi là vào cuối mùa mưa hoặc mùa đông sau khi quá trình bón phân đã kết thúc. Ở các nước nhiệt đới, cận nhiệt đới thời điểm bón đá vôi trước một đến hai tuần khi bắt đầu bón phân. Với các ao hồ có ít chất hữu cơ, khi bón thêm chất hữu cơ đồng thời với đá vôi sẽ thúc đẩy quá trình hoà tan nhanh hơn do quá trình phân hủy chất hữu cơ có sinh ra khí CO_2 , khí này phản ứng với $CaCO_3$. Trong một vài ao hồ trước khi bón đá vôi người ta làm trong nước (keo tụ) để thúc đẩy tảo phát triển.

Phương thức bón

Các ao mới nên bón đá vôi trước khi tháo nước vào, liều lượng bón được xác định thông qua mẫu đất đại diện. Bột đá vôi được rải đều trên diện tích đáy ao hồ và nếu đất được bừa đều sẽ tốt hơn.

Với các ao cũ sau khi tháo nước để thu hoạch hoặc cải tạo nên phơi khô trước khi bón đá vôi với cách thức tương tự như đối với ao mới. Với ao chứa nước việc bón sẽ khó khăn hơn vì cần phải bón đều cho cả diện tích.

Một trong những phương pháp bón bột đá vôi có hiệu quả là tạo thành dạng huyền phù (độ khô 10 - 20%) và phun trên mặt nước trên thuyền di động.

Bài 5

BÓN PHÂN CHO AO HỒ NUÔI TRỒNG THỦY SẢN

- Phân bón sử dụng cho ao nuôi gồm loại sơ cấp (đạm, lân, kali), loại thứ cấp (Ca, Mg, S) và vi lượng (Cu, Zn, B, Mn, Fe, Co, Mo). Thành phần dinh dưỡng có mặt trong các sản phẩm tổng hợp (phân hoá học) hoặc tự nhiên (phân hữu cơ). Phân bón dùng cho ao nuôi thủy sản chính là loại sử dụng trong canh tác nông nghiệp. Phân hoá học có hàm lượng dinh dưỡng cao hơn nhiều so với phân hữu cơ.
- Phân bón không có tác dụng trực tiếp làm thức ăn cho vật nuôi mà chỉ có tác động gián tiếp: thúc đẩy thủy thực vật phát triển, thủy thực vật có thể được sử dụng cho một số vật nuôi và động vật phù du làm thức ăn trực tiếp và động vật phù du trở thành nguồn thức ăn cho vật nuôi.
- Thực vật quan trọng nhất đóng vai trò thức ăn là tảo do hàm lượng dinh dưỡng cao, ít xơ, sợi. Rong, rêu, các loại thực vật có kích thước lớn ít có giá trị dinh dưỡng và vì vậy bị xem là "cỏ dại". Vì vậy bón phân cho ao nuôi là nhằm mục đích thúc đẩy tảo phát triển.
- Tảo phát triển tốt trong điều kiện đủ dinh dưỡng (N, P, K), carbon dioxid (CO_2), kiềm, ánh sáng, nhiệt độ. Trong ao nuôi dinh dưỡng thường bị thiếu hụt nhiều nhất là lân (P).
- Tảo là nguồn cung cấp oxy chủ yếu cho ao nuôi vào ban ngày (trời nắng) và tiêu thụ oxy vào ban đêm. Tảo làm tăng pH của nước vào ban ngày và làm giảm pH của nước vào ban đêm.
- Tảo trong ao bao gồm rất nhiều loại, có loại không được mong muốn như tảo lam. Chế độ bón phân hay tình trạng dinh dưỡng

trong ao nuôi ảnh hưởng đến tỷ trọng của các loài tảo. Tảo lam sinh ra chất gây mùi khó chịu cho thịt của vật nuôi và dễ phát triển ổ ạt trong điều kiện giàu dinh dưỡng, pH cao, thiếu ánh sáng. Vì vậy việc bón phân cần được cân nhắc kỹ để tránh hiện tượng và hậu quả gây hại của tảo lam trong ao nuôi.

- Thực vật lớn trong ao hồ như rong, rêu, cỏ là tác nhân cạnh tranh dinh dưỡng với tảo, thường làm giảm năng suất vật nuôi. Chúng phát triển thuận lợi trong các ao có nước trong, độ cứng cao, lớp nước nông. Loại "cỏ dại" này cần hạn chế phát triển.
- Bón phân tăng cường mật độ động vật phù du vì chúng được cung cấp thức ăn khá dồi dào là tảo. So với ao không bón phân, động vật phù du trong ao bón phân cao hơn từ 3 đến 5 lần.
- Nhìn chung, bón phân làm tăng mật độ tảo và tăng năng suất vật nuôi của ao.
- Bón phân cho ao có thể sử dụng đơn độc các loại phân hoá học, phân hữu cơ hoặc phối hợp hai loại phân trên. Tác dụng tăng năng suất vật nuôi của phân hữu cơ được xác nhận, tuy nhiên chúng gây ra nhiều tác động bất lợi đối với môi trường nước nuôi, vì lý do đó phân hữu cơ chỉ được sử dụng rất hạn chế trong sản xuất.
- Liều lượng và tỷ lệ giữa các loại phân bón cần sử dụng phụ thuộc vào môi trường nước (ngọt, lợ), thời điểm bón (đầu, cuối vụ thu hoạch), vật nuôi (tôm, cá, nuôi một loại hay nuôi tạp), phương thức sản xuất (quảng canh, bán thâm canh, thâm canh). Khi bón phân cần phải cân nhắc kỹ các yếu tố trên, những số liệu hoặc khuyến cáo chỉ nên xem là những định hướng chung.
- Một trong những "phương tiện" để quyết định tần suất bón phân là độ đục của nước. Độ đục của nước chủ yếu là do tảo, vì vậy khi nước trong là tảo ít, nước đục chứa nhiều tảo. Nước chứa ít tảo cần được bón nhiều phân và ngược lại.

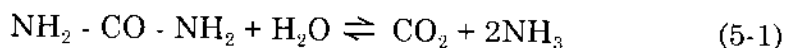
Bón phân cho ao hồ nuôi thủy sản cũng tương tự như trong canh tác nông nghiệp: cung cấp cho thực vật các thành phần dinh dưỡng chứa nitơ (đạm), lân (photphat), kali và một số các thành phần vi lượng khác. Các loại phân có thể sử dụng là phân hoá học, phân hữu cơ có thành phần dinh dưỡng khác nhau.

Phân bón các dạng không phải là thức ăn trực tiếp cho thủy động vật mà có tác dụng gián tiếp, gần giống như trồng cỏ để nuôi gia súc. Tuy nhiên chuỗi thức ăn trong ao hồ phức tạp hơn so với trên đồng cỏ vì các loại thủy động vật không phải khi nào cũng ăn trực tiếp nguồn thức ăn thực vật trong nước. Thực vật trong nước chủ yếu là tảo, nhiều loại thủy động vật ăn tảo trực tiếp nhưng rất nhiều loại lại ăn các loại động vật phù du, hoặc các loại có kích thước lớn hơn, những loại sinh sống nhờ tảo, thực vật trong nước.

Dinh dưỡng cho thực vật thường thiếu hụt là đạm, lân, kali cùng một số nguyên tố khác như Ca, Mg, S (dinh dưỡng thứ cấp), nguyên tố vi lượng như đồng, kẽm, bor, mangan, sắt, cobalt, molipden. Dinh dưỡng hay phân bón có nguồn gốc từ chất vô cơ hoặc hữu cơ. Phân vô cơ được gọi là phân hoá học, được sản xuất bằng các phương pháp hoá học. Phân hữu cơ chủ yếu là chất thải của người, động vật hoặc các sản phẩm phụ, phế thải của sản xuất nông nghiệp.

5.1. PHÂN HOÁ HỌC

Phân hoá học bón cho ao hồ là các loại dùng trong canh tác nông nghiệp: phân đạm, phân lân, kali, loại được gọi là loại dinh dưỡng sơ cấp. Chất lượng của từng loại phân được đánh giá qua hàm lượng hoạt chất trong phân, tính theo phần trăm: phân đạm tính theo % của nitơ (N), phân lân tính theo % của P_2O_5 , phân kali tính theo % của K_2O . Nhiều loại phân bón thương phẩm lưu hành là hỗn hợp của cả ba loại trên. Ví dụ phân tổng hợp NPK loại 20 - 20 - 5 chứa 20% N, 20% P_2O_5 và 5% K_2O , loại trên cũng có thể ký hiệu là phân NPK có tỷ lệ 4: 4: 1. Khi hoà vào nước phân này sẽ cho ra các thành phần nitrat, amoni, photphat và ion kali. Ure là loại phân thông dụng nhất, khi tan vào nước bị thủy phân thành amoniac:

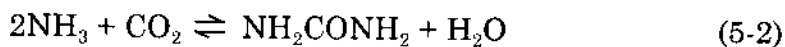


Các loại phân photphat khi thủy phân sẽ tạo ra photphat đơn dễ tan. Trong phân bón có chứa một lượng nhất định hoặc do bổ sung thêm các nguyên tố Ca, Mg, S. Các thành phần này được gọi là loại dinh dưỡng thứ cấp.

Phân đạm

Nguyên liệu chính để sản xuất phân đạm là amoniac tổng hợp từ khí đốt tự nhiên hoặc từ khí hoá than theo phương pháp Haber - Bosch.

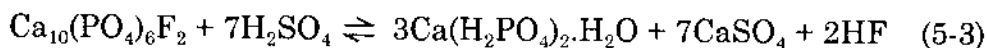
Amoniack khan có thể hoá lỏng dưới áp suất cao, chứa 82%N, có thể sử dụng trực tiếp làm phân bón nhưng do thao tác khó khăn khi sử dụng nên không phổ biến. Từ amoniack người ta sản xuất ra phân ure khi cho phản ứng với khí CO_2 tại áp suất và nhiệt độ cao:



Ure thường được tạo hạt, chứa khoảng 46%N, là loại phân đạm thông dụng nhất. Cũng từ amoniack người ta chế ra loại phân amoni sunfat, amoni nitrat bằng cách cho phản ứng với axit sunfuric, axit nitric. Amoni sunfat dạng hạt, màu trắng chứa 20%N; amoni nitrat dạng hạt mịn, màu trắng chứa 34%N (đạm hai lá). Canxi nitrat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ và kali nitrat KNO_3 cũng được sử dụng làm phân bón, ví dụ các loại phân 15 - 0 - 0 hoặc 13 - 0 - 14 (N - P - K).

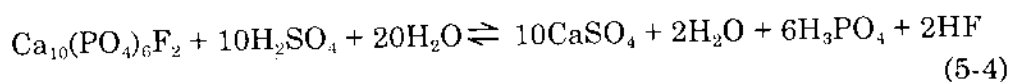
Phân lân

Nguồn nguyên liệu chính để sản xuất phân lân là quặng apatit, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$. Apatit có độ tan trong nước rất thấp nên sử dụng trực tiếp không qua chế biến thì đạt hiệu quả rất thấp. Khi phản ứng với axit sunfuric sẽ tạo ra sản phẩm supe lân (supe photphat):



Supe lân là hỗn hợp $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ và CaSO_4 (CaSO_4 : thạch cao) có hàm lượng P_2O_5 16 - 20%, màu hơi nâu hoặc xám.

Từ quặng apatit cũng có thể sản xuất ra axit photphoric:



Axit photphoric sản xuất theo phương pháp trên có nồng độ thấp, 28 - 30% P_2O_5 . Axit photphoric sản xuất theo phương pháp lò nung (tạo ra nguyên tố P rồi tạo tiếp ra P_2O_5) có hàm lượng P_2O_5 đạt 52 - 60%.

Axit photphoric có thể trực tiếp sử dụng làm phân lân. Từ axit photphoric và quặng apatit có thể sản xuất ra supe lân không chứa thạch cao với hàm lượng P_2O_5 44 - 54%.

Từ axit photphoric có thể tạo thành axit polyphotphoric $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ qua phản ứng trùng ngưng với hàm lượng P_2O_5 đạt 70 - 76%. Axit trên khi phản ứng với amoniac tạo ra một loại phân tổng hợp dạng lỏng chứa thêm cả thành phần đạm (11- 37 - 0), một loại phân khá phổ biến trên thị trường. Amoni polyphotphat là dạng lỏng, trong, khối lượng riêng là 1,4 kg/l, 65% P_2O_5 của sản phẩm là polyphotphat, phần còn lại 35% là dạng photphat đơn.

Phân photphat thông dụng là các dạng: amoni photphat $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, diamoni photphat $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, kali photphat KH_2PO_4 , dikali photphat K_2HPO_4 .

Phân kali

Nguyên liệu để sản xuất phân kali chủ yếu là khoáng sulvinít và carnallit, sản phẩm tinh chế từ khoáng vật trên chủ yếu là kali clorua KCl, từ KCl người ta sản xuất một số loại khác như kali sunfat, kali nitrat (K_2SO_4 , KNO_3). Kali nitrat là loại phân hai thành phần đạm - kali (loại 13 - 0 - 44).

Dinh dưỡng thứ cấp

Dinh dưỡng thứ cấp cho thực vật gồm Ca, Mg, S. Canxi, magie là thành phần hoá học của dolomit, vật liệu trung hoà axit. Canxi, lưu huỳnh cũng có chứa trong supe lân.

Nguyên tố vi lượng

Nguyên tố vi lượng gồm bor (B), đồng (Cu), sắt (Fe), mangan (Mn), molipden (Mo) và kẽm (Zn). Các nguyên tố vi lượng nằm trong các hợp chất hoá học.

Bor trong các hợp chất: borax (B: 11%), natri pentaborat (B: 18%), axit boric (B: 17%).

Đồng trong các hợp chất: đồng sunfat (Cu: 25%), malachit (Cu: 57%), đồng (II) oxit (Cu: 75%), đồng chelat (dạng phức chất Cu: 9 - 13%).

Sắt trong các hợp chất: sắt (II) sunfat (Fe: 19%), sắt (II) oxit (Fe: 77%), sắt (II) amoni photphat (Fe: 29%), sắt chelat (Fe: 5 - 14%).

Molipden trong các hợp chất: natri molipdat (Mo: 39%), amoni molipdat (Mo: 54%).

Kẽm trong các hợp chất: kẽm sunfat (Zn: 35%), kẽm carbonat (Zn: 52%), kẽm chelat (Zn: 9 - 14%).

Dạng phân bón

Phân bón thương phẩm có nhiều dạng: rắn, lỏng, tan chậm, phân hỗn hợp.

Phần lớn các loại phân thông dụng là dạng rắn, dễ cất giữ và vận chuyển. Để thực vật có thể hấp thu được chúng phải ở dạng tan trong nước, có một số loại phân lân thuộc dạng khó tan.

Phân dạng lỏng chủ yếu là dung dịch chứa amoniac và ure, một số loại chứa phân lân và kali.

Phân tan ngay là các loại phân bột rất mịn, khi vào nước tan hầu như tức thời, thành phần của phân bao gồm các chất dễ tan như KCl, amoni photphat, thường là loại phân hỗn hợp ví dụ loại 10 - 52 - 4.

Phân nhả chậm: là các dạng phân bón có tốc độ tan rất chậm do có chứa thêm các thành phần chất độn khác.

5.2. PHÂN HỮU CƠ

Rất nhiều loại chất hữu cơ có thể sử dụng làm phân hữu cơ bón cho ao hồ nuôi thủy sản như phân gia súc, cỏ, lá cây, các loại hạt, phế phẩm bia, rượu, thuốc da, sữa, đường, khô dầu hạt bông, lạc, đậu tương, cỏ khô, rơm khô.

Thành phần dinh dưỡng trong các chất hữu cơ rất khác nhau, ngay trong một loại cũng khác nhau về độ ẩm và hàm lượng chất dinh dưỡng. Ví dụ phân gia súc khác nhau về thành phần dinh dưỡng, phụ thuộc vào: loại gia súc, thức ăn nuôi dưỡng chúng, tuổi của phân và cách thức ủ giữ. Thành phần dinh dưỡng (NPK) trong phân chuồng thấp hơn rất nhiều so với phân hoá học. Bảng 5.1 cho biết giá trị dinh dưỡng của một số loại phân gia súc.

Bảng 5.1. Giá trị dinh dưỡng trong một số loại phân gia súc tươi

Loại phân	Hàm lượng trung bình (%)			
	Độ ẩm	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Phân bò sữa	85	0,5	0,2	0,5
Phân bò thịt	85	0,7	0,5	0,5
Phân gà, vịt	72	1,2	1,3	0,6
Phân lợn	82	0,5	0,3	0,4
Phân dê	77	1,4	0,5	1,2

Trong các loại phân gia súc hàm lượng chất dinh dưỡng thấp, chủ yếu là do độ ẩm của phân cao. Các loại chất hữu cơ sử dụng làm phân có đặc trưng tương tự. Bảng 5.2 ghi lại một số nguồn chất hữu cơ và thành phần dinh dưỡng sử dụng cho bón ao hồ nuôi.

Bảng 5.2. Giá trị dinh dưỡng của một số vật liệu hữu cơ

Vật liệu	Thành phần trung bình (%)			
	Độ ẩm	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Rơm rạ				
khô	9,5	2,45	0,55	2,36
tươi	75,6	0,74	0,14	0,64

Bảng 5.2 (tiếp)

Cỏ khô hỗn hợp	11,0	1,12	0,48	1,44
Cỏ tươi	69,2	0,78	0,21	0,79
Yến mạch khô	11,9	1,31	0,44	1,00
Yến mạch tươi	69,7	0,42	0,32	1,39
Hạt, vỏ thải				
Trấu yến mạch	8,2	0,94	0,69	1,03
Rơm yến mạch	10,2	0,66	0,21	2,04
Vỏ lạc	7,7	1,07	0,14	0,98
Trấu lúa	8,0	0,48	0,18	0,37
Rơm lúa	7,2	0,56	0,21	1,08
Quả, vỏ thải				
Vỏ khoai tây	79,8	0,34	0,09	-
Bã mía	88,4	0,24	0,03	0,14
Bã chanh khô	10,0	0,99	0,34	-
Vỏ hạt ca cao khô	4,9	2,46	1,35	2,59
Lá				
Lá mía non	82,4	0,43	0,09	1,24
Lá mía	74,3	0,21	0,16	0,91
Lá củ cải	90,7	0,45	0,14	0,54
Thức ăn				
Hạt bông	7,2	6,93	2,45	1,74
Đỗ tương	9,7	7,31	1,44	2,30
Bột xương	5,4	2,10	28,21	-
Bột từ máu	8,4	13,15	0,57	0,11

Giá trị dinh dưỡng của phân hữu cơ rất thấp so với phân hoá học, ví dụ 1 kg phân hỗn hợp diamoni photphat (18 - 46 - 0) có hàm lượng đạm ngang với 36 kg phân bò sữa và có hàm lượng lân ngang với 230 kg phân bò. Trong nước, phân hữu cơ bị vi sinh vật phân hủy và làm tổn hao đáng kể oxy của nước vì vậy lượng phân bón phải hạn chế sao cho lượng oxy hoà tan trong nước phải được đảm bảo. Thời tiết nóng ẩm thúc đẩy sự phân hủy chất hữu cơ của vi sinh vật, tiêu hao nhiều oxy trong khi độ hoà tan của oxy trong nước là thấp, vì vậy

thời tiết nóng ẩm càng hạn chế lượng phân bón hữu cơ. Khi bị phân hủy, amoniac, lân, kali được giải phóng vào nước cung cấp dinh dưỡng cho thực vật, đồng thời một số hợp chất hữu cơ có phân tử lượng lớn (axit humic, fulvic, lignin) cũng tan vào nước gây cho nước có màu tối.

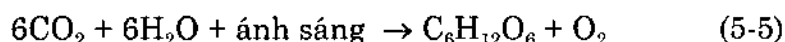
5.3. TÁC DỤNG CỦA PHÂN BÓN

Tảo và chuỗi thức ăn trong ao hồ

Bón phân cho ao hồ nuôi không có tác động trực tiếp đến vật nuôi mà tác động đến hệ thực vật phát triển trong ao hồ là nguồn thức ăn cho tôm cá hay cho các loại động vật phù du, nói cách khác phân bón thúc đẩy sự phát triển nguồn thức ăn cho thủy động vật. Trong chuỗi thức ăn thì tảo là nguồn thức ăn sơ cấp quan trọng nhất.

Các loại thực vật có kích thước lớn như rong, rêu không được quan tâm nhiều với tư cách là thức ăn, thường được xem là cỏ dại do nó gây khó khăn cho các thao tác nuôi trồng và thu hoạch. Tuy vậy, nó cũng cùng tồn tại và phát triển với tảo, cùng tác động lên hệ sinh thái ao hồ.

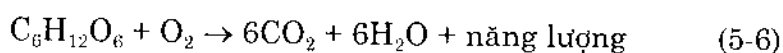
Tảo sử dụng chất chlorophyll và một số pigment khác để hấp thụ ánh sáng mặt trời. Năng lượng mà tảo hấp thụ được dùng để chuyển hoá carbon dạng vô cơ (khí CO₂, độ kiềm HCO₃⁻) thành dạng carbon hữu cơ ở dạng đơn sơ nhất là đường đơn qua quá trình quang hợp. Trong khi quang hợp oxy được sinh ra. Một phần năng lượng ánh sáng được chuyển hoá thành năng lượng hoá học và được tàng trữ trong các phân tử đường hình thành. Quá trình quang hợp có thể diễn tả đơn giản như sau:



Nguyên liệu để tổng hợp đường đơn là carbon dioxit (CO₂), nước, ánh sáng, các chất dinh dưỡng (N, P, K), một số các nguyên tố đa lượng, vi lượng khác. Những nguyên tố chủ yếu cần thiết là: carbon, hydro, oxy, nitơ, photpho, lưu huỳnh, kali, canxi, magie, sắt, mangan, kẽm, đồng, molipden. Một số loại thực vật còn cần thêm: silic, clorua, bor, cobalt.

Lượng chất hữu cơ do thực vật tổng hợp được qua quá trình quang hoá gọi là lượng thô (tổng số). Lượng chất hữu cơ thực thấp hơn do suy giảm chất hữu cơ gây ra bởi quá trình hô hấp, phân hủy của chính thực vật nhằm duy trì sự sống, phát triển, sinh sản của chính chúng.

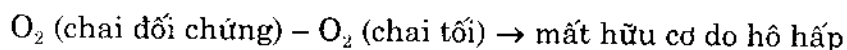
Quá trình hô hấp của thực vật được xem là quá trình ngược lại với quá trình quang hợp:



Khi hô hấp, chất hữu cơ $C_6H_{12}O_6$ bị phân hủy và sinh ra năng lượng, năng lượng này được thực vật sử dụng để thực hiện các phản ứng sinh hoá nhằm duy trì sự sống, phát triển và một phần toả ra dưới dạng nhiệt năng để hô hấp. Thực vật tiêu thụ oxy trong khi hô hấp.

Đồng thời với sinh ra do quang hợp và mất đi do hô hấp, tảo cũng bị mất đi do các loại động vật sử dụng làm thức ăn, lượng tồn tại thực trong hồ được gọi là lượng sinh khối thực vật (tảo) ứ đọng hay ổn định và có thể xác định được bằng phương pháp lọc, sấy, cân hoặc bằng một phương thức cụ thể nào đó. Tốc độ sinh trưởng sinh khối là mức độ tăng chất hữu cơ trong ao hồ theo thời gian và có thể xác định được theo phương pháp đơn giản như sau:

Có thể sử dụng kỹ thuật chai (lọ): sáng - tối màu để xác định khả năng sinh trưởng của tảo trong các ao hồ nuôi. Sử dụng ba chai: chai đối chứng, chai có màu sáng và chai có màu tối và đóng đầy nước nuôi của ao hồ vào. Chai đối chứng để xác định nồng độ oxy ban đầu của cả ba chai. Chai có màu tối (sơn đen, hoặc bọc giấy đen) để tránh ánh sáng chiếu vào. Cả chai sáng và tối màu được ủ trong một thời gian nào đó ngoài nắng, thường là từ sáng đến chiều. Hết thời gian ủ sẽ đo nồng độ oxy hoà tan trong hai chai đó. Sự thay đổi nồng độ oxy trong chai tối và sáng so với chai đối chứng và với nhau cho phép xác định mức độ sinh ra và phân hủy chất hữu cơ do quang hợp hay hô hấp.



O_2 (chai sáng) – O_2 (chai đối chứng) → lượng hữu cơ thực

O_2 (chai sáng) – O_2 (chai tối) → lượng hữu cơ thô.

Với các số liệu trên người ta có thể đánh giá sơ bộ khả năng sinh trưởng và phát triển của tảo trong các nguồn nước ao hồ khác nhau.

Có thể xác định mật độ tảo theo nhiều phương pháp khác nhau nhưng tiện lợi hơn cả là lọc, sấy, cân có thể là thuận lợi nhất.

Việc xác định mật độ tảo qua độ đục hay độ màu thường chứa sai số lớn.

Đường đơn hình thành từ quá trình quang hợp được thực vật sử dụng cho các quá trình sinh hoá, tạo ra một loạt các hợp chất: tinh bột, xenlulo, pectin, lignin, tanin, mỡ, dầu, axit amin, protein và vitamin... Những thành phần trên được thực vật sử dụng để cấu tạo tế bào và các cơ quan của chúng, duy trì sự sống, phát triển, sinh sôi. Vì vậy có thể nói là lượng hữu cơ tổng hợp được do quang hợp đóng vai trò xây dựng cơ thể thực vật và là nguồn năng lượng cung cấp cho thực vật. Thủy động vật ăn các loại thực vật để lấy năng lượng và phát triển. Giá trị dinh dưỡng của mỗi loại thực vật là khác nhau do khác nhau về thành phần hoá học, trước hết liên quan đến hàm lượng protein thô. Thông thường, loại thực vật có hàm lượng protein thô là loại chứa ít sợi, dễ tiêu hoá. Tảo là loại thức ăn có giá trị dinh dưỡng cao, hàm lượng protein thô chiếm 40 - 60% khối lượng khô. Phần lớn các loại tảo là loại thức ăn dễ tiêu hoá và cũng chính vì vậy dễ bị vi sinh vật phân hủy khi chúng chết và lắng xuống đáy ao hồ. Tảo đóng vai trò là thức ăn cho tôm, cá theo nhiều cách khác nhau tùy thuộc vào vật nuôi. Cá rô phi, cá chép ăn tảo bằng cách lọc trực tiếp từ nước, khi ăn tảo chúng cũng ăn luôn cả các động vật phù du, các mảnh vụn hữu cơ. Tảo cũng là nguồn thức ăn cho động vật phù du và một số động vật sống ở lớp đáy. Lượng tảo dư sẽ chết sau một thời gian nhất định và lắng xuống đáy hồ làm thức ăn cho động vật sống ở lớp đáy hoặc bị vi sinh vật phân hủy. Các loại động vật lớp đáy, tảo, động vật phù du, côn trùng, tôm, cá, nhuyễn thể tạo thành chuỗi thức ăn trong các ao hồ nuôi, ví dụ cá mang xanh ăn môi chủ yếu là các loại côn trùng và động vật sống ở lớp đáy, loại cá vược ăn

côn trùng và cả cá mang xanh. Tôm ăn nhiều loại thức ăn tự nhiên: côn trùng, động vật lớp đáy, động vật phù du ngay cả khi được nuôi bằng thức ăn tổng hợp nhằm bổ sung thêm vitamin và các nguyên tố vi lượng. Rong rêu trong ao hồ không phải là loại thức ăn có giá trị vì nó chứa nhiều xơ, sợi, hàm lượng protein thấp. Chỉ có một số ít loài thủy động vật sử dụng rong, rêu làm thức ăn trực tiếp, trong chuỗi thức ăn nó đóng vai trò các mảnh vụn hữu cơ khi chết và bắt đầu giai đoạn phân hủy.

Yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo

Tảo là loại thực vật đơn bào phân tán rộng khắp trong môi trường không khí, nước, đất, kể cả bám trên các loài động vật di trú, cư trú. Chúng sẽ sinh sôi, phát triển khi gặp được điều kiện thuận lợi như trong các ao hồ nuôi thủy sản, vì vậy không cần thiết phải gây mầm, gieo giống tảo cho các ao hồ nuôi.

Để cho tảo phát triển cần một mức độ nhất định về cường độ ánh sáng, tuy nhiên nếu ánh sáng quá mạnh sẽ hạn chế sự phát triển của tảo. Một số nguồn nước có độ đục hoặc màu cao ngăn cản sự thấu quang và sự phát triển của tảo. Nhiệt độ cao thúc đẩy sự phát triển mạnh của tảo, nhiệt độ thấp kìm hãm khá mạnh tuy nó vẫn có thể tồn tại ở nhiệt độ rất thấp của băng tuyết.

Các chất dinh dưỡng vô cơ (N, P, K) là các yếu tố có tác động rất lớn đến sinh trưởng, phát triển của tảo và đó chính là mục đích của việc bón phân cho các ao hồ nuôi.

Như đã trình bày trong phần 5.2, thành phần đạm và lân là các yếu tố thường thiếu trong các ao hồ nuôi tự nhiên và một số hồ nuôi thâm canh và vì vậy ảnh hưởng trực tiếp tới khả năng tăng sinh khối tảo.

Dựa trên số liệu là cơ thể (tế bào) của tảo chứa lượng nitơ cao hơn lượng photpho từ 7 - 10 lần, dẫn đến việc bón phân đạm và lân cũng theo tỷ lệ trên, đó là một sự nhầm lẫn. Tảo lam, thành phần chiếm tỷ lệ cao của họ tảo trong các ao hồ phú dưỡng, là loại có thể cố

định đạm (từ khí nitơ trong khí quyển). Phân đạm (nitơ ở dạng hợp chất nitơ vô cơ) sẽ hình thành từ quá trình phân hủy của tảo lam và chính là nguồn phân bón cho ao hồ.

Ngược lại, nguồn photpho bón cho ao hồ, ngoài do tảo, thực vật khác tiêu thụ còn luôn bị hấp phụ vào đất, bùn đáy. Do đó có thể cho rằng nguy cơ thiếu photpho cho tảo, thực vật khác là rất thường trực, dễ gặp phải, và vì vậy là vấn đề đáng quan tâm nhất khi bón phân cho ao hồ.

Người ta luôn quan sát được tốc độ tăng trưởng nhanh của tảo tương quan với nồng độ cao của photphat dạng tan (photphat đơn) trong các ao hồ nuôi, trong khi tại nhiều ao hồ khác không phát hiện được mối tương quan thuận chiều giữa hàm lượng phân đạm với tốc độ tăng trưởng của tảo.

Để phát triển, tảo còn cần tới thành phần carbon vô cơ (CO_2 , HCO_3^-). Một số khảo sát nhận thấy rằng tại một số ao hồ lượng carbon thiếu, không đủ cho tảo phát triển. Mặt khác, rất nhiều nghiên cứu lại cho rằng lượng carbon vô cơ trong ao hồ hoàn toàn thoả mãn cho nhu cầu của tảo vì cho rằng tảo có thể sử dụng nguồn CO_2 tan trong nước với nồng độ thấp hơn nhiều so với giá trị ở trạng thái cân bằng với CO_2 trong không khí và có thể sử dụng ít nhất 50% độ kiềm (HCO_3^-) của nước làm nguồn carbon cho quang hợp. Có nghiên cứu đã đánh giá rằng, trong điều kiện ít gió, khả năng hoà tan CO_2 của nước từ khí quyển bị hạn chế, tuy vậy lượng CO_2 vẫn đủ để tổng hợp được 2 mg tảo khô trong một lít nước trong một ngày ở độ sâu tới 1,7 m.

Tuy nhiên, người ta vẫn có bằng chứng thiếu nguồn carbon vô cơ cho tảo phát triển tại các ao hồ phú dưỡng.

Trong các ao hồ nuôi quảng canh, người ta cũng nhận thấy mối tương quan thuận chiều giữa độ kiềm, năng suất của tảo và năng suất nuôi thủy sản. Tuy nhiên, sự kiện nêu trên chưa hẳn đã là bằng chứng rằng nước có độ kiềm cao là thúc đẩy năng suất của tảo và của vật nuôi. Nước có độ kiềm cao thường chứa nhiều các loại ion khác

hơn là nước có độ kiềm thấp và nó ảnh hưởng tới tỷ lệ thực của đạm và lân trong nguồn nước.

Trong các ao hồ có bón phân, với độ kiềm từ 20 – 120 mg/l người ta nhận thấy tác dụng của độ kiềm (cao) lên mức độ tăng trưởng của tảo rất ít, trong các ao hồ có độ kiềm thấp hơn 0 – 20 mg/l thì độ kiềm có tác dụng thúc đẩy tăng trưởng sinh khối của tảo.

Nhìn chung, với độ kiềm thấp trong ao có bón phân thì độ kiềm tăng có tác dụng thúc đẩy tảo phát triển nhanh hơn là trong ao không bón phân và có độ kiềm cao. Với độ kiềm cao hơn người ta chưa có được những bằng chứng sát thực. Riêng trong các ao hồ nuôi cá rô phi có bón phân, người ta nhận thấy năng suất nuôi tăng lên khi tăng độ kiềm của nước tới 60 – 70 mg/l.

Rong, rêu trong ao hồ có ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo do chúng cạnh tranh nguồn dinh dưỡng. Các loại thực vật nổi và loại có lá rộng phủ trên mặt nước che chắn mất ánh sáng và hạn chế tảo phát triển. Thậm chí một số nhà nghiên cứu cho rằng, một số chất tiết ra từ rong rêu, thực vật nổi là những chất gây hại cho tảo. Trong các ao hồ chứa nhiều rong, rêu khi bón phân ít xảy ra nguy cơ tảo bùng nổ mạnh - hiện tượng nở hoa của nước. Rong, rêu cũng phát triển mạnh khi được bón các loại phân và khi tăng độ kiềm của nước. Yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất lên sự phát triển của rong, rêu, các loại thực vật lớn là độ đục, chúng cần nhiều ánh sáng. Vì vậy các ao hồ có hiện tượng nở hoa (nhiều tảo) sẽ có rất ít rong rêu và ngược lại.

Bón phân cho ao hồ thúc đẩy thực vật và động vật lớp đáy phát triển, qua đó tăng năng suất thủy sản, nói cách khác phân bón có tác động gián tiếp đến năng suất nuôi trồng.

Bón phân trước hết làm tăng mật độ tảo trong ao hồ nuôi, tùy điều kiện thời tiết, vật nuôi và các yếu tố khác, mật độ tảo trong các ao có bón phân thường cao hơn 10 - 15 lần so với các ao hồ không bón phân.

Tốc độ sinh trưởng của tảo cao ở lớp nước có độ sâu không quá 0,6 m và giảm rất nhanh ở độ sâu thấp hơn. Lượng oxy sinh ra do

quang hợp và lượng oxy tiêu hao do hô hấp của tảo cân bằng (bằng nhau) ở khoảng độ sâu từ 0,4 đến 0,75 m. Vì vậy tác dụng của phân bón đối với sinh trưởng của tảo lớn ở vùng nước nông, vùng nhận được nhiều ánh sáng và vì mật độ cao nên chúng che chắn mất ánh sáng ngăn cản sự phát triển của tảo ở lớp nước sâu hơn. Do đó khi bón quá nhiều phân sẽ làm giảm lượng tảo tổng thể tính theo một đơn vị diện tích so với trường hợp bón vừa đủ (tối ưu). Một số ao hồ tiếp giáp với các đồng cỏ chăn thả gia súc hoặc gần các khu dân cư tập trung không được bón phân nhưng vẫn có mật độ tảo lớn do nhận được dinh dưỡng từ các nguồn thải.

Mật độ tảo trong các ao hồ thay đổi theo mùa, thường cao về mùa thu và gây ra hiện tượng nở hoa (xem bài 2). Tuy vậy hiện tượng bùng nổ tảo với mật độ cao đôi khi chỉ xảy ra trong vài ngày. Hiện tượng bùng nổ tảo chỉ xảy ra trong thời gian ngắn có thể do nhiều nguyên nhân: thay đổi pH, nhiệt độ, cường độ ánh sáng, nồng độ chất dinh dưỡng, mức độ tiêu thụ tảo do thủy động vật, các loại bệnh, ký sinh trùng, chất độc tiết ra từ các cơ thể khác. Tất cả những nguyên nhân nêu trên đều không có độ tin cậy cao với tư cách là nguyên nhân của hiện tượng bùng nổ tảo trong khoảng một thời gian ngắn và chưa đủ để quản lý, kiểm soát hiện tượng trên.

Tảo trong ao hồ chủ yếu gồm những nhóm chính: tảo lục (*Green lgae Chlorophyta*), tảo mắt (*Euglenophyta*), tảo vàng ánh (*Chrysophyta*), tảo giáp (*Pyrrhophyta*), tảo lam (*Blue - green algae, Cyanobacteria*), tảo cát (*Diatoms*). Thông thường, hay gặp nhất là loại tảo lục, tảo lam, tảo cát, trong một số điều kiện nhất định các nhóm tảo khác cũng có thể có mật độ cao. Nhìn chung tảo lục sẽ trở thành nhóm tảo phổ biến trong các hồ ao nước ngọt với mức độ dinh dưỡng vừa phải, nhóm tảo lam sẽ chiếm ưu thế khi nồng độ các chất dinh dưỡng trong ao lớn. Nước ao hồ có giá trị pH từ 6 - 7 sẽ chứa ít tảo lam hơn là trong các nguồn nước có pH cao hơn. Độ kiềm của nước cũng có ảnh hưởng đến tỷ trọng của các nhóm tảo: nước có độ kiềm cao thường chứa ít tảo lam và nhiều tảo lục. Nguyên nhân của hiện tượng là do quang hợp của tảo, pH của nguồn nước chứa ít kiềm sẽ tăng mạnh về buổi chiều (pH cao), trong khi mức độ dao động của pH trong

nguồn nước chứa nhiều kiềm không mạnh do tính “đệm” của nguồn nước đó cao.

So với nước ngọt, nước lợ thường chứa ít tảo lam. Khi độ muối trong nước lợ giảm, ví dụ do pha loãng với nước mưa, mật độ tảo lục và tảo cát có xu hướng giảm, thay vào đó là tăng mật độ tảo lam. Do trong nước lợ mật độ tảo lam thấp nên quá trình cố định đạm từ khí quyển bị hạn chế, vì thế nên nguồn nước lợ thường thiếu nguồn đạm dinh dưỡng hơn so với nguồn nước ngọt.

Trong một nhóm tảo có nhiều loại tảo, trong cùng một thời điểm ở các ao hồ khác nhau, một nhóm tảo có thể bao gồm từ vài cho tới 25 loại tảo. Nhóm tảo lục gồm nhiều loại tảo hơn nhóm tảo lam. Đáng chú ý là một số độc tố của loại này có tác dụng kìm hãm, ức chế các loại tảo khác.

Một quần thể thực vật có tính đa dạng cao sẽ ít chịu biến động về mật độ của từng cá thể do tác động của từng cá thể không đủ lớn (tỷ trọng của từng cá thể trong quần thể nhỏ). Ngược lại một quần thể có tính đa dạng thấp sẽ chịu sự dao động lớn về mật độ của từng cá thể.

Sự tăng cường dinh dưỡng trong các ao hồ nuôi dẫn đến quần thể tảo có tính đa dạng thấp. Vì tính đa dạng thấp nên dẫn đến nguy cơ tỷ trọng của một loại tảo chiếm rất cao. Việc chết hàng loạt tảo lam trong thời kỳ bùng nổ tảo (nước nở hoa) dẫn tới làm cạn kiệt nguồn oxy trong nước và cá tôm chết hàng loạt là những ví dụ điển hình về nguy cơ của tính đa dạng thấp trong các ao hồ bón phân.

Trong các ao hồ có bốn phân, tỷ trọng một loại tảo trong một nhóm có thể thay đổi khá nhanh. Một loại nào đó được coi là “trội” khi tỷ lệ của nó chiếm từ 10% trở lên. Loại “trội” này có thể tồn tại dài tới vài tháng, nhưng có loại chỉ “trội” trong một thời gian ngắn, có loại “trội” về mùa hè, mùa xuân hay mùa mưa. Sự thay đổi tỷ trọng các loại tảo trong ao hồ nuôi do rất nhiều nguyên nhân : pH, nhiệt độ, nồng độ các chất dinh dưỡng, ánh sáng, thời tiết, bệnh, mức độ tiêu thụ tảo của thủy động vật, độc tố do tảo tiết ra...

Hiện tượng thay đổi tỷ trọng các loại tảo không giống nhau ngay cả trong các ao hồ liên kế nhau, điều đó gây khá nhiều khó khăn cho việc quản lý và kiểm soát các ao hồ nuôi về chất lượng môi trường nước.

Bùng nổ tảo hay còn gọi là hiện tượng nước nở hoa của tảo lam gây ra nhiều vấn đề phức tạp: mùi khó chịu trong tôm cá, độc chất, phân tầng nhiệt theo chiều cao của lớp nước, phân tầng hoá chất ở vùng nước nông, gây mùi vị cho nước, tảo chết hàng loạt, làm nước không trong (do chất lơ lửng và màu). Hai vấn đề nghiêm trọng nhất liên quan đến sự bùng nổ của tảo là gây mùi khó chịu trong thịt tôm cá và tảo chết hàng loạt.

Tảo lam tổng hợp chất hữu cơ geosmin và 2 - methylisoborneol, chất có mùi vị tanh của bùn. Các chất gây mùi được tiết vào môi trường nước, được cá hấp thu và thịt của cá nhiễm mùi đó. Mùi đó gây ảnh hưởng rất xấu đến sản phẩm hàng hóa, nhất là đối với cá da trơn, các loại thủy sản nuôi ở các kênh rạch. Một số loại cá nuôi trong các ao hồ có nhiều tảo lam cũng nhiễm các mùi đó.

Do khả năng tự nổi của tảo lam nên chúng dễ tích tụ trên mặt nước tạo thành các lớp váng, lớp váng mỏng có thể phủ toàn bộ mặt nước nếu trời lặng gió. Khi có gió thổi lớp váng bị dồn tụ lại về phía bờ và đạt độ dày có thể tới vài cm. Khi trời nắng, quá trình quang hợp của tảo này xảy ra mãnh liệt làm tăng pH của nước, làm cạn kiệt CO_2 và thải ra rất nhiều oxy. Điều kiện đó dễ gây ra cho tảo lam chết hàng loạt, rất có thể thông qua cơ chế oxy hoá quang hoá (phản ứng oxy hoá với tác nhân là ánh sáng, chủ yếu là ánh sáng ở vùng tia tử ngoại) hoặc do cạn kiệt về dinh dưỡng. Khi lớp váng tảo đủ nặng và chết, chúng sẽ chìm xuống đáy ao hồ, bị phân hủy do vi sinh vật, dẫn tới làm cạn kiệt nguồn oxy đối với thủy động vật.

Mặc dù tảo lam tồn tại trong các ao hồ giàu đạm và lân, nhưng không phải tất cả các ao giàu đạm, lân đều chứa tảo lam. Có nhiều giả thiết cho hiện tượng trên, dễ được chấp nhận là do: thiếu ánh sáng, nồng độ CO_2 trong nước thấp, pH cao, các chất kháng sinh tiết

ra từ tảo lam ức chế các tảo khác và thúc đẩy sự phát triển của tảo lục, nước phân tầng nhiệt, tỷ lệ N/P thấp. Không phải tất cả các yếu tố liệt kê đều có giá trị trong mọi trường hợp, nhưng có rất nhiều trường hợp mà các yếu tố trên là nguyên nhân. Đối với hoạt động sản xuất thì hiện tượng bùng nổ tảo lam được chú trọng trước tiên hơn là nguyên nhân. Tuy nhiên những nghiên cứu về nguyên nhân bùng nổ tảo lam trong các ao hồ nuôi thủy sản rất có thể sẽ đề xuất được các biện pháp giảm thiểu sự xuất hiện của chúng.

Thực vật có kích thước lớn

Thực vật có kích thước lớn trong ao hồ nuôi có thể chia nhóm theo đặc trưng sinh thái: tảo lớn, thực vật nổi, thực vật chìm dưới nước, thực vật có lá nổi trên mặt nước. Tảo lớn là loại có rễ bám vào lớp bùn và vươn lên theo chiều cao của lớp nước (rong, rêu), là các loại thực vật tạo thành các thảm đáy ao hoặc trên bề mặt nước. Thực vật kích thước lớn là một bộ phận chi phối sinh thái ao hồ: cạnh tranh thức ăn, ánh sáng với tảo, tạo nơi trú ẩn cho một số loại cá, gây khó khăn cho quá trình đánh bắt, gây hạn chế oxy thấm từ không khí, hạn chế khả năng truyền ánh sáng trong nước. Nhìn chung các loại thực vật có kích thước không mang lại lợi ích cho nuôi trồng thủy sản và rất dễ trở nên vượt trội so với tảo trong một số ao hồ.

Thực vật lớn phát triển thuận lợi ở các nguồn nước trong, nơi ánh sáng có khả năng lọt sâu vào tầng nước thấp. Chúng có thể phát triển với mật độ khá cao ngay cả trong môi trường không giàu chất dinh dưỡng. Một số loại thực vật chìm có thể hấp thụ dinh dưỡng qua lá và qua rễ. Một nguồn nước không thích hợp cho tảo phát triển vẫn có thể là môi trường phát triển tốt cho thực vật kích thước lớn vì chúng có khả năng hấp thụ thức ăn qua rễ từ chất sa lắng ở đáy ao hồ.

Người ta nhận thấy khá rõ tác hại của các loại thực vật có kích thước lớn khi nó chiếm 10 - 20% diện tích mặt ao. Chúng phát triển thuận lợi trong các nguồn nước có độ cứng cao. Trong nguồn nước

cứng, các ion canxi, magie thúc đẩy quá trình keo tụ, sa lắng các chất huyền phù gây đục (tức táo), vì vậy các nguồn nước đó thường trong. Ngược lại các nguồn nước có độ cứng nhỏ, nhiều axit (pH thấp) nước thường đục, chứa nhiều axit humic, có sức cản mạnh đối với sự truyền ánh sáng. Những ao hồ có diện tích rộng mà nồng độ canxi (độ cứng) cao thường có nhiều thực vật kích thước lớn mọc ở đáy ao hồ. Sự có mặt của các loại thực vật lớn thường làm giảm năng suất nuôi trồng thủy sản. Tại một số ao hồ có hiện tượng chết đồng loạt các loại thực vật này gây ra hiện tượng cạn kiệt oxy trong nước.

Động vật phù du

Hiệu ứng khá rõ nét của quá trình bón phân là sự tăng trưởng của động vật phù du, thường cao hơn từ 3 đến 5 lần so với các ao hồ không được bón phân.

Cũng giống như táo, tỷ trọng và số lượng các loài động vật phù du trong các ao hồ liên kế nhau cũng rất khác nhau tại một thời điểm. Người ta quan sát được trong suốt thời gian 3 năm số liệu trung bình sau: với ao có và không bón phân, lượng sinh khối động vật phù du thu được tương ứng từ hai ao là 0,15 và 0,88 mg/l. Người ta có thể xác định được tới trên 60 loại động vật phù du, nhưng số lượng lớn chỉ tập trung vào 3 - 4 loại. Bón phân thúc đẩy động vật phù du tăng trưởng nhưng ít ảnh hưởng đến tỷ trọng của từng loại.

Động vật lớp đáy

Động vật sống ở lớp đáy trong các ao hồ khá phong phú, hay gặp nhất là bộ giun ít tơ (*Oligochaete*), bộ côn trùng hai cánh (*Diptera*), đĩa, côn trùng nước.

Mật độ động vật sống ở lớp đáy tăng khi ao hồ được bón phân và bị khống chế bởi sự tiêu thụ khi bị động vật thủy sản sử dụng làm thức ăn. So với ao hồ không bón phân, sinh khối của động vật đáy tăng hơn: 10 – 12 g/m² so với 3 – 9 g/m².

Năng suất nuôi trồng thủy sản

Bón phân cho ao hồ tác động đến chuỗi thức ăn của thủy động vật, trước hết là tăng nguồn tảo trong ao hồ, dẫn tới tăng sản lượng tôm, cá và các loại nhuyễn thể.

Người ta quan sát được mối tương quan tỷ lệ thuận giữa năng suất nuôi cá trắng (sunfish) với mật độ tảo hoặc cá đớp muỗi với mật độ tảo một cách khá rõ. Những khảo sát tiến hành ở Ấn Độ, Châu Phi cũng cho thấy mối tương quan mật thiết giữa năng suất thủy sản với mật độ tảo trong ao hồ.

Tuy nhiên nếu tảo dư thừa sẽ dẫn tới ảnh hưởng chất lượng nước nuôi.

Đối với cá sử dụng thực vật thân lớn (cá trắm cỏ) thì mật độ tảo cao không có tác dụng thúc đẩy năng suất thủy sản, thậm chí có tác dụng ngược do khi mật độ tảo lớn sẽ hạn chế thực vật lớn phát triển.

5.4. PHƯƠNG PHÁP BÓN PHÂN

Chọn loại phân, liều lượng bón, chu kỳ bón, bón cho đối tượng vật nuôi (tôm, cá, nhuyễn thể) và bón kết hợp với nuôi bằng thức ăn tổng hợp là đối tượng nghiên cứu của nhiều nhà khoa học ở các nước suốt trong một thời gian dài. Kết quả nghiên cứu và kéo theo là những chuẩn mực đặt ra cho quá trình bón phân cho ao hồ nuôi nhiều khi không thống nhất do rất nhiều nguyên nhân khách quan, trước hết là tính đa dạng và tác động tương hỗ của các yếu tố trong khi nghiên cứu ở các điều kiện khác nhau.

5.4.1. BÓN PHÂN CHO AO HỒ NƯỚC NGỌT

Phân dạng rắn

Từ những năm của thập kỷ 60 (thế kỷ 20), ở Malaysia đã tiến hành nghiên cứu tác dụng của bón phân lên năng suất nuôi trồng

thủy sản. Kết quả nghiên cứu cho thấy phân lân có tác dụng tăng năng suất vật nuôi, phân kali không có tác dụng. Thêm phân đạm hoặc cả đạm lẫn kali cùng với phân lân cũng không đem lại kết quả cao hơn so với sử dụng phân lân đơn độc. Liều lượng phân lân tối ưu là $44,8 \text{ kgP}_2\text{O}_5/\text{ha}$ trong đó mức tăng sản lượng cao nhất là $22,4 \text{ kgP}_2\text{O}_5/\text{ha}$ (lượng bón tăng thêm $22,4 \text{ kg/ha}$ mang lại hiệu quả thấp hơn). Chu kỳ bón phân là mỗi tháng một lần, mỗi lần bón $7,5 \text{ kg}$ tính theo P_2O_5 (bón tất cả sáu đợt).

Cũng vào thời gian đó, tại Israel người ta nhận thấy nồng độ photpho trong nước không vượt quá $0,5 \text{ mg/l}$ và của nitơ không vượt quá 2 mg/l kể cả khi bón một lượng lớn phân đạm và lân. Vì lý do đó không thể nào bón nhiều hơn để gây ra những mất mát không đáng có, tảo chỉ có thể hấp thu được dinh dưỡng tan trong nước.

Để duy trì được nồng độ photpho và nitơ nêu trên chỉ cần bón một lượng 60 kg/ha phân lân supe photphat ($11 \text{ kgP}_2\text{O}_5/\text{ha}$) và 60 kg/ha amoni sunfat (13 kgN/ha) hoặc 29 kg/ha ure là đủ. Nồng độ photpho và nitơ trong nước đạt cực đại và chỉ duy trì được 1 – 2 ngày sau khi bón và giảm xuống còn rất thấp sau 12 ngày kể từ khi bón. Tại Israel, phân lân là yếu tố chính có tác dụng tăng sản lượng cá chép: khi bón 60 kg/ha supe photphat cho mỗi lần bón (chu kỳ bón 14 ngày một lần) sản lượng cá thu được tăng gấp 7 lần so với ao không bón lân. Nếu bón thêm cả đạm (theo công thức trên) thì sản lượng cá chép tăng khoảng 9 lần. Nước ở Israel thường chứa lượng kali lớn hơn 5 mg/l , vì thế việc bón phân kali là không cần thiết.

Những nghiên cứu về tác dụng của phân bón đối với năng suất của cá chép tại Ấn Độ vào những năm 1970 cho số liệu: bón phân ure với liều lượng 240 kg/ha thu được 1276 kg/ha cá chép so với ao nuôi không bón phân là 999 kg/ha . Nếu sử dụng 646 kg/ha ure cùng với 325 kg/ha supe photphat và 48 kg/ha kali sẽ thu hoạch được tới 4221 kg/ha cá chép. Số liệu trên cho thấy vai trò của phân lân đối với sự tăng năng suất của cá trong các ao hồ nước ngọt tại Ấn Độ. Những kết luận được rút ra từ các nghiên cứu là: có thể sử dụng lượng đạm gấp đôi lượng lân để bón cho ao hồ nuôi cá nước ngọt. Ure thích hợp

cho các nguồn nước trung tính hoặc axit yếu, đạm amoni sunfat thích hợp cho nguồn nước và bùn đáy có tính kiềm. Trong các ao hồ có bón phân đạm, động vật phù du phát triển mạnh.

Tác dụng của phân bón đến năng suất thủy sản nước ngọt cũng được nghiên cứu ở Mỹ trong suốt thời gian dài (1930 - 1960). Đối tượng nghiên cứu là một số loài cá nước ngọt sinh sống trong các ao hồ mới và ao hồ cũ. Các nghiên cứu đưa ra kết luận: nên bón cho ao hồ cả ba loại phân đạm, lân, kali. Tác dụng của phân bón tại các ao hồ mới và cũ là khác nhau. Phân lân có vai trò quan trọng nhất, phân đạm bổ sung thêm vào lân ít có tác dụng đối với các ao hồ cũ vì lượng đạm đã được tích lũy (bùn, hợp chất hữu cơ, vi sinh vật...) trong lớp bùn đáy với lượng khá đủ. Những chỉ dẫn sau mang tính chất định hướng cho việc bón phân (cho vùng đông nam nước Mỹ)

Giữa tháng hai hoặc đầu tháng ba, sử dụng 45 kg/ha loại phân bón hỗn hợp 20 - 20 - 5. Sau đó bón tiếp hai lần với cùng liều lượng, các lần cách nhau 2 tuần lễ.

Bón tiếp theo ba lần với liều lượng 45 kg/ha loại phân hỗn hợp 20 - 20 - 5 theo chu kỳ bón ba tuần một lần.

Bón tiếp 45 kg/ha loại phân 20 - 20 - 5 với chu kỳ mỗi tháng một lần hoặc khi quan sát thấy nước đã tương đối trong.

Dừng bón phân tại thời điểm tuần cuối trong tháng 10.

Với các ao hồ cũ thay vì 45 kg/ha loại phân hỗn hợp 20 - 20 - 5 nên dùng 20 kg/ha lân supe photphat.

Những chỉ dẫn hoặc những tiêu chuẩn đề ra tại Malaysia, Israel hoặc ở Mỹ chỉ nên coi là những hướng dẫn sơ bộ có ích chứ không phải khi nào cũng có thể áp dụng một cách có hiệu quả cho tất cả các ao hồ nuôi cá nước ngọt trong những điều kiện môi trường rất khác nhau.

Vào những năm cuối của thập kỷ 80 thế kỷ trước, Cục phát triển quan hệ quốc tế Mỹ tài trợ cho nghiên cứu về tác dụng của phân bón ảnh hưởng đến năng suất thủy sản ở một số nước như Indonesia,

Honduras, Thái Lan, Ruanda và nhận được một số kết quả chính sau đây: tại Indonesia tiến hành nghiên cứu so sánh về sản lượng cá chép trong các ao không bón phân, chỉ bón lân với liều lượng 13,2 kg/(ha.tháng) P_2O_5 và bón 13,0 kg/(ha.tháng) P_2O_5 cùng với 38,6 kgN/(ha.tháng). Sản lượng cá thu được tương ứng trong các trường hợp trên là 437 kg/ha và 1713 kg/ha. Tuy kết quả thu được chỉ ra vai trò của phân đạm song vì số liệu thí nghiệm ít chưa đủ tính thuyết phục.

Tại Honduras, ao bón với liều lượng 124,4 kgN và 250,4 kg P_2O_5 /(ha.tháng) cho thu hoạch 1513 kg cá rô phi. Rất tiếc là đã không tiến hành so sánh với ao không bón phân. Tại Thái Lan đã tiến hành bón phân cho ao nuôi cá rô phi theo hai phương án: chỉ bón lân với liều lượng 3,6 kg P_2O_5 /(ha.tháng) và 53 kgN cộng với 197 kg P_2O_5 /(ha.tháng); sản lượng cá thu được tương ứng là 935 kg/ha đối với ao chỉ bón lân và 1311 kg/ha vào mùa mưa và 1601 kg/ha vào mùa mưa đối với ao bón cả hai loại phân.

Nghiên cứu so sánh trên không xác định rõ được vai trò của phân đạm vì lượng lân dùng trong trường hợp hỗn hợp cao hơn tới 15 lần so với trường hợp dùng lân đơn độc.

Tóm lại tác dụng của phân đạm đối với tăng năng suất của cá nước ngọt chưa phải là điều khẳng định chắc chắn.

Phân dạng lỏng

Phân dạng lỏng cũng được thử nghiệm để bón cho ao hồ nuôi thủy sản nhằm mục đích cung cấp đạm và lân. Phân lỏng dạng hỗn hợp (13 - 38 - 0) được sử dụng để bón với các liều lượng 5,6; 11,2 và 24,4 kg/ha. Kết quả đánh giá về mức độ tăng trưởng của tảo cho thấy sự khác biệt không nhiều khi bón với các liều lượng trên, tuy nhiên sản lượng cá thu hoạch cao ở các hồ bón lượng phân nhiều hơn. So với phân bón dạng rắn, phân dạng lỏng mang lại hiệu quả cao hơn: trong các ao hồ trước đó bón phân dạng rắn với liều lượng 9 kg/ha N và P_2O_5 cho mỗi lần bón, sản lượng cá thu được trong nhiều năm nằm trong khoảng 238 đến 397 kg/ha; khi sử dụng phân dạng lỏng với liều

lượng thấp nhất là 5,6 kg/ha (ứng với 2,1 kg/ha P_2O_5) sản lượng thu được là 310 kg/ha, tức là sản lượng tương tự nhưng liều lượng lân bằng 25% so với phân dạng rắn. Nếu dùng liều lượng 9 kgN/ha và 2 kg P_2O_5 /ha phân dạng rắn chỉ thu được 80 kg cá/ha.

Axit photphoric H_3PO_4 cũng có thể sử dụng làm phân dạng lỏng. So sánh hiệu quả của axit photphoric với phân hỗn hợp dạng lỏng (10 - 34 - 0) với cùng lượng P_2O_5 cho thấy sự khác biệt về pH, nồng độ photpho tổng trong nước, mật độ tảo, độ kiềm và sản lượng cá thu hoạch được không khác nhau nhiều, nhưng điều đáng chú ý là axit photphoric có giá rẻ hơn loại phân lỏng hỗn hợp.

Tác dụng tốt hơn của phân dạng lỏng so với dạng rắn là ở độ tan cao của loại phân này, tức là cung cấp được nhiều photpho cho tảo phát triển. Với các dạng rắn, khi bón một phần bị chìm xuống đáy ao và bị giữ lại ở trong lớp bùn đáy.

Phân nhả chậm

So sánh với các dạng phân khác, phân nhả chậm không có ưu thế hơn. Nó chỉ có thể có chút lợi thế khi bón đợt đầu cho các ao bắt đầu nuôi hoặc các ao nuôi có dòng chảy liên tục nhằm hạn chế bớt hao hụt photphat tan do dòng chảy cuốn đi.

Phân tan nhanh

Hiệu quả tăng năng suất nuôi trồng không cao hơn phân dạng lỏng với cùng liều lượng bón. Tuy vậy nó dễ bảo quản và sử dụng hơn so với phân dạng lỏng vì nó cũng là dạng rắn.

Phân hữu cơ

Phân hữu cơ có thể sử dụng trực tiếp làm thức ăn cho thủy động vật hoặc khi phân hủy chúng sẽ tiết ra các chất dinh dưỡng thúc đẩy tảo phát triển. Theo một số nghiên cứu thì phân hữu cơ có tác dụng thúc đẩy mạnh mẽ sự phát triển của động vật phù du và động vật lớp đáy hơn nhiều so với bón phân hoá học. Phân gia cầm có tác dụng

mạnh hơn phân bò và bùn cống thải trong việc thúc đẩy động vật phù du phát triển.

Bón phân hoá học kết hợp với phân hữu cơ mang lại khá nhiều lợi ích do lượng đạm trong phân hoá học kích thích sự phân hủy vi sinh của phân hữu cơ. Phân lân và các thành phần dinh dưỡng khác từ phân hữu cơ được chiết ra nhanh hơn, thâm nhập vào nguồn nước, giảm lượng tích tụ chất hữu cơ trong lớp bùn đáy.

Phân hữu cơ không phải là nguồn thức ăn trực tiếp có giá trị đối với thủy động vật (cá, nhuyễn thể) do chúng chứa rất ít protein. Tuy vậy, sản lượng cá thu được trong các ao hồ bón phân hữu cơ thường cao hơn 1,5 đến 2 lần so với ao không được bón, có lẽ là do động vật phù du và động vật lớp đáy phát triển mạnh. Một lý do khác có thể nghĩ tới là các vi sinh vật, hoặc các sinh vật đơn bào phát triển, bám vào phân hữu cơ (chúng là nguồn protein), cá hoặc nhuyễn thể khi ăn các mảnh vụn hữu cơ cũng sử dụng luôn cả các vi sinh vật đó làm thức ăn. Phân hoá học bón cũng có tác dụng thúc đẩy các loại vi sinh phát triển, trong đó các mảnh chất hữu cơ đóng vai trò chất mang.

Axit hữu cơ phân hủy từ phân hữu cơ gây màu cho nước. Các mảnh chất hữu cơ không tan từ phân trộn lẫn với các hạt đất sét trong nước thúc đẩy vi sinh hoạt động và quá trình đó làm quá trình keo tụ xảy ra thuận lợi hơn (một số loại vi sinh tiết ra chất trợ keo tụ, tức là các dạng polymer có tác dụng tạo bông). Tảo trong ao hồ cũng có khả năng tạo liên kết với các hạt sét và thúc đẩy quá trình keo tụ. Ngoài đặc tính gây ra màu cho nước của phân hữu cơ, nước trong ao có bón phân hữu cơ thường là trong và vì vậy dẫn đến điều kiện tốt cho thực vật dạng lớn trong ao hồ phát triển (so với bón phân hoá học).

Trong nước, phân hữu cơ phân hủy và cung cấp dinh dưỡng nhưng nó cần oxy cho quá trình phân hủy (khoáng hoá). Có khảo sát cho rằng để tránh làm cạn kiệt oxy hoà tan trong nước, lượng phân bò khô sử dụng chỉ hạn chế ở mức không quá 80 kg/(ha.ngày). Với các ao hồ có sục khí, lượng phân có thể sử dụng tới 200 kg/(ha.ngày). Mức độ tiêu hao oxy hoà tan của phân hữu cơ rất khó đánh giá do độ ẩm và thành phần hoá học của phân hữu cơ biến động trong khoảng khá

rộng. Vì lý do đó cần hết sức thận trọng khi sử dụng phân hữu cơ với liều lượng hơn 50 kg khô/(ha.ngày), chỉ có thể tăng lên khi khẳng định được là lượng oxy hoà tan vẫn được đảm bảo.

Có khá nhiều nghiên cứu về tác dụng của phân hữu cơ lên sản lượng của cá chép và cá rô phi trong các ao hồ nuôi đơn giống và nuôi hỗn tạp. Sử dụng phân bò tươi với liều lượng 15 tấn/ha sẽ cho sản lượng cá rô phi 300 kg/ha so với 97 kg/ha trong ao không bón phân và từ 243 đến 373 kg/ha trong ao có bón phân hoá học. Sản lượng cá rô phi trong ao hồ đạt được 1646 kg/ha khi sử dụng phân bò với liều lượng 28380 kg/ha và bón hai lần trong ngày. Để so sánh, cá rô phi được nuôi bằng thức ăn tổng hợp loại chất lượng cao với liều lượng 3520 kg/ha, sản lượng cá thu được là 2660 kg/ha.

Sử dụng phân lợn với liều lượng 61 kg khô/(ha.ngày) bón cho ao nuôi hỗn hợp cá chép, cá rô phi trong vòng 213 ngày cho sản lượng thu hoạch 7200 kg/ha. Thử nghiệm bón phân lợn phối hợp với cỏ cho ao nuôi cá chép cho thấy, tốc độ tăng trưởng cá 40 kg/(ha.ngày).

Tại Israel tiến hành nuôi cá theo phương thức: bón phân hữu cơ kết hợp với thức ăn tổng hợp cho kết quả tốt.

Phân gà hoặc bò lỏng với liều lượng 5 kg/ha, bón 5 ngày/tuần phối hợp với thức ăn tổng hợp cho kết quả tốt, trong khi sử dụng phân bò cục, tươi có tác dụng xấu, bón phân hoá học kết hợp với thức ăn tổng hợp hiệu quả không cao bằng trường hợp khi kết hợp với phân hữu cơ.

Trong ao nuôi hỗn hợp: rô phi, cá chép, tôm nước ngọt, tốc độ tăng trưởng của cá là 40 kg/(ha.ngày) và tôm là 7 kg/(ha.ngày) khi bón 50 – 200 kg/(ha.ngày) phân gà tính theo lượng khô, cùng với 50 kg phân supe photphat và amoni sunfat (2 tuần một lần) và thức ăn tổng hợp.

Tại Idonesia đã tiến hành đánh giá hiệu quả bón phân gà cho ao nuôi cá rô phi với các liều lượng 125, 250, 500 và 1000 kg khô/(ha.tuần) cho thấy: lượng tảo sinh ra thấp nhất là 1,6 g O_2 /(m².ngày) và cao

nhất là 3,7 g O₂/(m².ngày) khi tăng dần liều lượng bón kể trên, sản lượng cá tương ứng là 382, 571, 904 và 1396 kg/ha.

Ở Thái Lan người ta thử nghiệm so sánh bón phân gà và phân hoá học cho ao nuôi cá rô phi: phân gà (2,8% N, 10,3% P₂O₅, 3,7% K₂O) được bón với liều lượng 71,4 kg/(ha.ngày), phân hoá học: đạm, lân cũng được bón với cùng liều lượng tính theo N, P. Kết quả nhận được là vào mùa mưa sản lượng cá thu được từ ao bón phân hữu cơ là 2002 kg/ha, từ ao bón phân hoá học là 1311 kg/ha, vào mùa khô sản lượng thu được tương ứng từ hai ao trên là 1793 và 1601 kg/ha.

Mặc dù đạt hiệu quả cao về sản lượng vật nuôi khi sử dụng phân hữu cơ hoặc có kết hợp với phân hoá học, sử dụng phân hữu cơ đưa đến khá nhiều phiền phức: sử dụng liều lượng lớn, số lần bón nhiều, thành phần dinh dưỡng trong phân biến động mạnh, tiêu hao oxy hoà tan trong nước, khi bón nhiều sẽ gây tác động xấu cho môi trường do tích tụ chất hữu cơ ở đáy ao hồ, gây mùi hôi.

Mặt khác sản lượng thủy sản đạt rất cao khi sử dụng thức ăn tổng hợp nên xu hướng chung là tăng cường nuôi bằng thức ăn tổng hợp, hạn chế dùng phân hữu cơ trong các ao hồ nuôi thâm canh.

Bón phân hữu cơ thích hợp cho các ao hồ nuôi nhỏ ở các vùng nông thôn. Một số nơi kết hợp chăn nuôi gia súc, gia cầm với nuôi thủy sản, chuồng trại được xây dựng phía trên mặt dưới hoặc ở ven rìa của góc ao hồ, phân được thải trực tiếp vào ao.

Kết quả đánh giá cho thấy, nếu nuôi 4000 gà mái/ha hồ nuôi thì tốc độ tăng trưởng cá rô phi là 16,2 kg/(ha.ngày), tương ứng với lượng phân bón khô là 100 kg/(ha.ngày).

Đối với ao nuôi hỗn hợp cá chép, cá rô phi, tôm nước ngọt được bón trực tiếp với phân lợn, với các liều lượng 25, 50, 75 kg/(ha.ngày), tổng sản lượng thu hoạch đạt được tương ứng là 360, 833, 1411 kg/ha.

Nước cống rãnh, nước thải cũng được sử dụng trong nuôi trồng thủy sản, các loại nước thải cung cấp dinh dưỡng (N, P) cho ao hồ và qua đó được làm sạch. Có những khảo sát cho thấy: sử dụng nước thải với liều lượng 2 - 3 kgN/(ha.ngày) cho ao hồ nuôi cá rô phi cho

năng suất thu hoạch 4000 – 8000 kg/ha. Sử dụng nước thải sinh hoạt từ các đô thị nuôi cá chép với liều lượng 150 m³/(ha.ngày) cho năng suất 21,3 ở Ấn Độ và 12 kg/(ha.ngày) ở Hungary. Chất thải của người được sử dụng để nuôi cá ở một số quốc gia.

Mặc dù có những bằng chứng có ích khi sử dụng các loại phân hữu cơ, nước thải để nuôi thủy sản nhưng nhìn chung vấp phải nhiều vấn đề về môi trường, vì vậy chỉ nên dùng ở mức rất hạn chế ở những nơi các điều kiện về thức ăn khác không dễ cung ứng.

5.4.2. BÓN PHÂN CHO AO HỒ NƯỚC LỢ

So với ao hồ nước ngọt, kết quả nghiên cứu bón phân cho ao hồ nước lợ ít hơn nhiều. Phân hoá học được sử dụng để thúc đẩy tảo phát triển. Ví dụ việc bón được thực hiện ở Philipin như sau: bón 100 – 200 kg/ha phân diamoni photphat (18 - 46 - 0) vào đáy ao hồ trước khi tháo nước vào, bón 50 – 100 kg/ha trước 10 - 15 ngày trước khi thả giống.

Có thể sử dụng phân hoá học và phân hữu cơ để bón cho các đầm nước nuôi tôm, ví dụ 20 kg ure và 15 kg supe photphat pha.

Tại Ecuador, bón phân cho các đầm tôm được tiến hành như sau:

6 kg ure + 1 kg supe photphat/ha bón hàng ngày.

Phân hỗn hợp (23 - 7 - 0) với liều lượng 20 kg/ha,
7 - 10 ngày/lần.

Diamoni photphat (18 - 46 - 0), liều lượng 15 – 20 kg/ha,
10 – 15 ngày/lần.

Ure 20 kg/ha, 15 kg/ha supe photphat/ha, bón 1 tuần/1 lần.

Bón phân hữu cơ 4000 kg/ha cho mỗi vụ tôm.

Khi bón phân cho ao hồ nước lợ cần chú ý đặc điểm: giống như trong môi trường nước ngọt, photpho trong nước lợ rất thiếu, ngoài ra trong nước lợ nồng độ nitơ (đạm) cũng ít hơn so với nước ngọt do loài tảo lam có khả năng cố định đạm phát triển không thuận lợi. Người

ta cho rằng nước lợ nuôi tôm cần chứa nhiều tảo cát (*Diatom*), vì thế nên lượng ure thường được sử dụng khá lớn. Sử dụng 30 kgN/ha (65 kg ure) và 1 kgP/ha (2,3 kg P_2O_5) hoặc 15 kgN/ha và 1 kgP/ha thúc đẩy tảo cát phát triển mạnh, tỷ lệ tảo cát chiếm 50 - 90%. Phân đạm dưới dạng natri nitrat ($NaNO_3$) có tác dụng tốt cho tảo cát phát triển.

Nồng độ silic ($HSiO_3^-$) cao trong nước có tác dụng thúc đẩy tảo cát phát triển, vì vậy ở một số nơi họ còn bón thủy tinh lỏng vào các đầm tôm. Tuy nhiên loại hoá chất này đắt và hiệu quả cũng chưa được khẳng định.

Chu kỳ bón phân phụ thuộc vào chế độ thay nước của ao hồ, ví dụ khi thay 5 - 10% nước/ngày thì có thể phải bón hai lần hoặc hơn trong một tuần vì nước thay mang theo cả tảo và dinh dưỡng. Cũng vì lý do hao hụt dinh dưỡng trong ao nuôi, người ta thường hạn chế thay nước cho các đầm tôm, ví dụ khi chỉ thay 2% (hay ít hơn)/ngày thì có thể chỉ cần bón phân theo chu kỳ 15 ngày/lần là đủ. Nếu là ao thả lần đầu, nên bón phân mỗi tuần một đến hai lần và hạn chế thay nước. Nếu không nuôi bằng thức ăn tổng hợp, nước nghèo dinh dưỡng thì phải bón phân liên tục cho tới khi thu hoạch.

Đối với các ao hồ nuôi bằng thức ăn tổng hợp, lượng thức ăn tăng dần khi tôm lớn đồng nghĩa với mức độ tăng dinh dưỡng N, P cho nguồn nước vì vậy cần phải giảm hoặc ngừng bón phân nếu không hiện tượng bùng nổ tảo có thể xảy ra.

5.5. KINH NGHIỆM BÓN PHÂN

Tỷ lệ đạm - lân

Trong phần 5.4 đã trình bày hiệu quả bón phân, chủ yếu là phân lân, nhằm tăng sản lượng thủy sản trong các ao hồ nuôi. Đối với một số nơi việc bón thêm phân đạm cũng mang lại hiệu quả tốt hơn. Nhu cầu về đạm so với lân không cấp thiết trừ trường hợp cần thúc đẩy loại tảo cát (*Diatom*) phát triển. Nhìn chung đối với ao hồ nước ngọt tỷ lệ bón thích hợp giữa đạm và lân N : P_2O_5 nằm trong khoảng 1 : 3

đến 1 : 4 (N : P = 1 : 1,13 đến 1 : 1,7). Tác dụng của phân kali và các loại phân vi lượng khác chưa được xác nhận một cách chắc chắn. Để thúc đẩy tảo cát trong các đầm nuôi tôm có thể sử dụng phân đạm dạng natri nitrat tốt hơn loại ure hoặc đạm amoni vì chúng không độc, ít tính axit, không gây giảm nồng độ oxy trong nước (muối trung tính).

Công thức chung có thể áp dụng để bón cho ao hồ nước ngọt có thể là 6% N, 23% P_2O_5 , 5% K_2O , 3% canxi sunfat và một số nguyên tố vi lượng.

Ví dụ để có 100kg phân hỗn hợp với thành phần (6 - 23 - 5) cần:

$$6 \text{ kgN}/100\text{kg} : 0,16 \text{ kgN/kg NaNO}_3 = 37,5 \text{ kgNaNO}_3$$

$$23 \text{ kgP}_2\text{O}_5/100\text{kg} : 0,46 \text{ kgP}_2\text{O}_5/\text{kg supe photphat} = 50 \text{ kg supe photphat}$$

$$5 \text{ kgK}_2\text{O}/100\text{kg} : 0,6 \text{ kgK}_2\text{O}/\text{phân kali} = 8,3 \text{ kg phân kali}$$

$$3\% \text{ canxi sunfat} = 3 \text{ kg canxi sunfat}$$

$$\text{Nguyên tố vi lượng} = 1,2 \text{ kg}$$

Tổng cộng được 100 kg phân hỗn hợp có các thành phần nêu trên. Công thức trên có giá thành đắt, chủ yếu do thành phần natri nitrat. Phân hỗn hợp diamoni photphat (18 - 48 - 0) có tỷ lệ N : P_2O_5 gần giống với công thức trên và có giá thấp hơn. Khi cần có thể trộn thêm phân kali, sunfat hoặc các nguyên tố vi lượng khác.

Bón phân cho nước lợ cần tỷ lệ đạm cao hơn so với bón cho nước ngọt, tỷ lệ N : P_2O_5 = 1 : 2 tỏ ra là thích hợp (N : P = 1 : 0,87). Nồng độ kali và các vi lượng khác khá cao trong nước lợ vì vậy không cần phải bổ sung thêm vào thành phần của phân. Một công thức chung về thành phần phân bón cho nước lợ (9 - 18 - 0) là thích hợp, được chế tạo từ natri nitrat, supe photphat cùng một số chất đơn khác. Một công thức gần tương tự là (20 - 40 - 0) có thể trộn từ ure, diamoni photphat và chất độn.

Trong trường hợp cần thúc đẩy tảo cát phát triển thì có thể bổ sung thêm ure hoặc natri nitrat vào phân hỗn hợp hay phân lân để tăng thêm hàm lượng đạm.

Khi nuôi bằng thức ăn tổng hợp, người ta không bón phân cho ao hồ nước lợ trong quá trình nuôi mà chỉ bón ở giai đoạn đầu. Khi mà lượng thức ăn nuôi đạt 10 – 20 kg/(ha.ngày) thì dừng bón phân mà vẫn duy trì được mật độ tảo. Ở một số vùng Nam và Trung Mỹ người ta thường bón thêm phân silic cho ao đầm nuôi tôm, tuy nhiên loại phân này đắt và hiệu quả tăng sản lượng tảo cát cũng không rõ ràng.

Bón phân tuy có mang lại hiệu quả ở một số nơi nhưng chi phí lại khá cao, vì vậy việc quyết định bón phân cần được cân nhắc kỹ lưỡng chứ không nên chạy và làm theo các khuyến cáo chung đối với từng trường hợp cụ thể.

Liều lượng bón

Sau khi đã xác định được loại phân có tỷ lệ đạm - lân thích hợp (nước ngọt, nước lợ), liều lượng phân cần bón được tính theo hàm lượng lân trong phân. Khoảng cách giữa các lần bón phân có thể rất khác nhau: từ một tuần đến một tháng và lượng phân bón cũng dao động mạnh, từ 2 – 25 kgP₂O₅/(ha.tháng) tùy thuộc vào loại phân: Phân dạng lỏng, phân nhả chậm, phân tan nhanh thì bón lượng ít, phân dạng rắn thì bón lượng nhiều. Thay thế các loại phân dạng rắn truyền thống bằng các loại phân khác có thể tiết kiệm phân và kéo theo là chi phí. Ở các vùng có khí hậu nóng ẩm, với lượng phân 2 – 10 kgP₂O₅/(ha.tháng) đã mang lại hiệu quả thúc đẩy tảo và sản lượng thủy sản, ở các vùng lạnh lượng phân bón cần cao hơn 2 - 3 lần để đạt cùng mức tăng trưởng. Nếu khoảng cách giữa các lần bón phân ngắn thì lượng bón tính theo tháng nên chia nhỏ ra làm hai hoặc hơn để bón cho từng đợt.

Khoảng thời gian bón phân

Tùy điều kiện mỗi nơi, khoảng cách giữa các lần bón phân khác nhau, trung bình là từ 2 đến 4 tuần. Quyết định có tính chất quan

trọng nhất của việc bón phân là thúc đẩy tảo phát triển đến một mật độ nào đó, đặc biệt là lúc bắt đầu nuôi hơn là duy trì mật độ tảo sau đó.

Cách bón phân

Bón phân cho ao hồ có thể thực hiện theo các cách: rắc phân, bón trên bục, bón theo túi, bón dạng phân lỏng.

Phân dạng rắn hay được bón theo cách rắc phân trên mặt nước. Khi chìm xuống đáy phân chưa kịp hoà tan hết, quá trình hoà tan kết thúc khi phân nằm ở đáy ao. Cách bón này làm hao tổn phân photphat do bị bùn hấp phụ nếu nước không được khuấy trộn tốt, phân không tiếp cận được với tảo ở các lớp nước trên có nhiều ánh sáng, nơi tảo phát triển mạnh. Với các ao hồ có sự phân tầng nhiệt (nước ở phía trên nóng, ở dưới lạnh, nước không tự khuấy đảo được) thì bón phân theo cách rắc sẽ hao hụt rất nhiều. Không nên bón phân theo cách rắc đối với các ao hồ có độ sâu hơn 1 m nước và ao hồ có nhiều cỏ dại vì các loài cỏ dại sẽ hấp thu trước khi tảo có thể hấp thu. Với các loại phân tan nhanh có thể áp dụng cách bón trên .

Bón phân trên bục được tiến hành như sau: xây dựng một bục - một mặt phẳng ngập trong nước, dưới mặt nước khoảng 30 cm. Một bục với diện tích khoảng 4 m² là đủ cho một ao nuôi rộng 2 - 4 ha. Phân bón được thả vào bục, hoà tan dần và được dòng nước phân bố rộng ra xung quanh. Cách bón này thích hợp cho phân dạng rắn và cả phân nhả chậm. Phương pháp bón phân theo bục hạn chế được sự hao hụt phân lân do lắng xuống đáy ao vì vậy có thể tiết kiệm được 20 - 40% lượng phân bón.

Bón phân theo túi được thực hiện như sau: bỏ phân vào các túi xấp và cho nổi (treo trên cọc) ở các vị trí khác nhau trong ao. Phân thấm ướt, hoà tan, thấm qua túi vào nước và được dòng nước trộn đều phân tán ra xung quanh. Sử dụng các túi nilông cũng có thể được, bằng cách thả xuống đáy ao, phía trên đục cắt thành nhiều lỗ để phân tiếp xúc với nước và phân bố vào nước. So với cách bón theo túi thì hiệu quả bón theo bục tốt hơn nhưng xây bục đòi hỏi công phu

và tốn kém hơn. Có thể sử dụng các túi ni lông nhỏ đựng phân nhả chậm (có lỗ hổng) đặt xuống đáy ao hồ hoặc treo vào cọc trong ao để bón. Bón phân nhả chậm theo cách này có thể có hiệu quả hơn so với cách bón theo bụi.

Phân dạng lỏng có khối lượng riêng 1,4 - 1,5 kg/l, nặng hơn nước, vì vậy khi rắc (phun) trên mặt nước chúng chìm dần mà không kịp hoà tan. Để bón có hiệu quả có thể sử dụng phương pháp sau:

Hoà tan phân lỏng vào nước với mức loãng từ 5 - 10 lần, té xung quanh đối với các ao nhỏ hoặc phun đều lên mặt nước đối với các ao lớn.

Sử dụng động cơ đặt trên thuyền vừa hoà loãng vừa phun trên mặt nước.

Nhiều nơi không có phân dạng lỏng nên có thể chế tạo tại chỗ: hoà một lượng phân rắn với 5 - 10 lượng nước trong một thùng lớn, khuấy cách quãng trong thời gian 20 đến 30 phút sau đó phun lên mặt nước.

Độ đục của nước trong ao hồ nuôi

Có thể quan sát độ đục của nước làm phương tiện để quyết định việc bón phân. Trong các ao hồ nuôi, độ đục của nước chủ yếu do tảo gây ra. Có thể đo độ đục bằng nhiều cách, đơn giản và rẻ tiền nhất là đĩa Secchi (đĩa có màu, khi nhúng xuống nước có thể nhìn thấy màu, nước càng trong thì vẫn nhìn thấy khi nhúng xuống càng sâu). Độ đục do tảo gây ra không hẳn là chỉ có màu xanh mà còn có các màu khác như vàng, đỏ, nâu và đen. Khi múc nước ao hồ vào cốc thủy tinh trong, đặt trên nền giấy trắng hoặc ngoài ánh sáng có thể phân biệt được tảo với các thành phần gây đục khác, khi đó có thể sử dụng đĩa đo màu để đánh giá.

Nếu độ trong đo được trên đĩa Secchi là 30 - 60 cm thì có thể cho rằng mật độ tảo trong ao là đủ và không gặp rắc rối với vấn đề cỏ dại trong ao. Nếu độ trong thấp hơn thì có nghĩa là mật độ tảo cao và có

thể xuất hiện vấn đề thiếu oxy trong nước. Nếu độ trong cao hơn (80 – 100 cm) thì có nghĩa là mật độ tảo thấp, lượng thức ăn ít, cỏ dại dễ phát triển. Với ao hồ nuôi cá có bón phân hữu cơ (cá rô phi) cần nhiều thức ăn thì độ trong hợp lý của nước là 20 – 40 cm. Các nhà nuôi tôm nước lợ cho rằng độ trong hợp lý cho ao nuôi là 25 – 40 cm. Ao nuôi cá da trơn có độ trong nhỏ hơn 20 cm sẽ có nguy cơ thiếu oxy về đêm.

Độ trong của nước dao động theo thời gian. Ao cần phải bón phân nhiều lần khi mức độ tảo chưa đủ lớn. Tảo lập tức tăng mật độ (nước giảm độ trong) khi vừa bón phân và giảm sau một thời gian nào đó, lần bón phân tiếp theo nên dựa vào độ trong của nước. Ví dụ khi độ trong của nước đạt trên 40 cm thì cần bón phân, khi độ trong của nước giảm liên tục thì có nghĩa là tảo đang phát triển mạnh, nếu độ trong giữ nguyên không đổi hoặc tăng lên thì chứng tỏ việc bón phân ít tác dụng.

Một số lưu ý khi bón phân

Khi bón phân mà không mang lại hiệu quả mong muốn (tảo không hoặc phát triển kém) thì cần phải tìm hiểu nguyên nhân để khắc phục, các nguyên nhân có thể là:

Thiếu và không cân đối thành phần

Photpho (phân lân) là thành phần dễ bị thiếu nhất, hạn chế sự phát triển của tảo, phân đạm cũng thường thiếu trong các nguồn nước lợ và ở một số nguồn nước ngọt. Các nguồn dinh dưỡng khác thường là đủ nhưng cần nhớ là chỉ khi thiếu một thành phần thôi cũng có thể ảnh hưởng không tốt đến sự phát triển của tảo.

Ao chua, độ kiềm thấp

Khi bón phân cho ao hồ nước ngọt mà hiệu quả thấp thì nguyên nhân đầu tiên có thể nghĩ đến là do nước chua (pH thấp) và độ kiềm thấp. Cách khắc phục là trung hoà và bổ sung thêm kiềm cho ao hồ (xem bài 4).

Nồng độ canxi cao

Trong các ao hồ mà nồng độ canxi lớn hơn 50 mg/l, pH có giá trị từ 8,0 trở lên thì photphat rất dễ bị kết tủa dưới dạng canxi photphat. Vì lý do đó nên khi bón đối với nguồn nước này lượng phân lân cần nhiều hơn so với nguồn nước mềm. Nước ao tại Israel có độ cứng cao (tới 300 mg/l), trong khi ở Anburn nước rất mềm, ít khi vượt 30 – 40 mg/l, vì thế ở Israel lượng phân bón thường được khuyến cáo là 60 kg/ha loại supe photphat (11 kg/ha P_2O_5), tháng bón hai lần, trong khi ở Anburn thì liều lượng chuẩn chỉ là 9 kg P_2O_5 /(ha.tháng). Ở cả hai nơi mức độ sinh tảo là như nhau trong khi lượng lân bón ở Israel cao gấp 2,7 lần.

Có thể đưa thêm axit humic vào ao để làm giảm bớt lượng canxi trong ao giúp tiết kiệm phân lân.

Nước đục

Nước đục hoặc bị nhiễm màu có độ trong thấp hơn 20 – 30 cm khi bón phân đạt hiệu quả thấp do thiếu ánh sáng cho tảo phát triển. Có thể tăng cường hiệu quả của phân bón khi làm trong nước, tuy vậy hiệu quả sẽ không cao nếu mỗi trận mưa nước lại đục do bào mòn bờ ao. Nếu không ngăn chặn được sỏi lở bằng cách trồng cỏ ven bờ hoặc ngăn chặn dòng nước chảy tràn vào ao thì bón phân ít tác dụng. Nhiều ao chỉ bị đục vào mùa mưa vì thế chỉ nên bón phân vào mùa khô khi nước đủ trong.

Thực vật thân lớn

Trước khi bón phân cần phải kiểm soát được cỏ dại trong ao hồ nuôi vì chúng tiêu thụ phân còn mạnh hơn cả tảo. Bón phân vào cuối đông đầu xuân thúc đẩy loại tảo dạng sợi phát triển, loại này che chắn ánh sáng, hạn chế cỏ dại phát triển. Loại tảo dạng sợi sẽ bị các loại tảo khác thay thế khi thời tiết ấm lên. Nước đục hạn chế cỏ dại phát triển, nước sâu cũng có tác dụng tương tự. Khi xây ao, rải đất ven bờ nên đào sâu hơn (so với đáy ao) 45 – 60 cm để hạn chế cỏ dại phát triển.

Lưu lượng chảy lớn

Thời gian lưu nước trong ao có thể lâu hơn 3 – 4 tuần, nếu thời gian lưu ngắn hơn sẽ dễ gây hao hụt phân bón do dòng chảy ra ngoài ao trước khi nó được tảo hấp thu. Biện pháp hạn chế nước chảy ra gồm: phân dòng chảy tràn do nước mưa vào ao, thiết kế ao lớn, xây thêm ao cạnh các ao đã tồn tại. Bờ ngăn nước thông thường dễ gây ra hao hụt nước mặt nên người ta thường thiết kế đường xả nước từ đáy nhằm hạn chế rửa trôi phân và tảo. Nhìn chung ao có thời gian lưu thủy lực ngắn ít thích hợp cho bón phân.

Ao nuôi bằng thức ăn tổng hợp

Ao được nuôi bằng thức ăn tổng hợp thì nguồn thức ăn tự nhiên thường đóng góp không lớn. Quá trình chuyển hoá chất thải (thức ăn thừa, phân, chất bài tiết) thúc đẩy tảo phát triển. Tuy nhiên khi mới vào vụ nuôi, lượng thức ăn sử dụng ít nên có thể cần phải bón phân một vài lần nhằm tăng mật độ tảo và hạn chế cỏ dại phát triển. Vào các thời điểm sau nếu tiếp tục bón phân sẽ dễ gây hiện tượng bùng nổ tảo, gây thiếu oxy trong nước.

Xử lý nền ao nuôi

Ao nuôi tôm cũng như một số loại cá, thủy sản khác cần có một tập đoàn tảo, vi sinh vật sống ở lớp đáy nhằm đáp ứng thức ăn tự nhiên cho các vật nuôi nhỏ khi bắt đầu thả giống. Đáy ao thường được tháo khô, phơi 2 - 4 tuần, bón bột đá vôi trước khi tháo đầy nước.

Bón phân vào đáy ao trong thời kỳ này thúc đẩy tảo và các sinh vật lớp đáy phát triển khi bắt đầu nuôi. Phân hữu cơ thường có tác dụng tốt hơn cho các động vật phù du và động vật lớp đáy phát triển. Những động vật lớp đáy là nguồn thức ăn tốt nuôi lớn vật nuôi lúc ban đầu trước khi chúng có thể tiêu thụ tốt thức ăn tổng hợp. Nhiều nghiên cứu cũng cho thấy nếu bón kết hợp giữa phân hoá học với phân hữu cơ sẽ cho mật độ cao hơn đối với động vật phù

du. Cách bón sau được thực hiện ở Mỹ: Ao được tháo đầy nước nhưng chưa được thả giống. Sử dụng bã khô hạt bông (sau khi đã ép dầu) để bón cho ao, ban đầu bón 280 kg/ha, sau đó mỗi tuần bón tiếp hai lần với liều lượng 50 kg/ha. Sử dụng axit photphoric và natri nitrat bón 3 lần/tuần trước khi thả con giống và sau đó 2 lần/tuần sau khi thả giống trong vòng 3 tuần. Lượng phân bón hoá học cho mỗi lần ứng với 1 mg/l và 0,5 mg/l (1 g/m^3 , $0,5 \text{ g/m}^3$) đối với axit photphoric và natri nitrat. Quan sát sự sinh trưởng của động vật phù du, khi thấy đã phát triển thì bắt đầu thả giống. Trong các ao hồ nuôi bán thâm canh tôm ở Mỹ La Tinh, người ta thường bón phân gà cho đáy ao với liều lượng 1000 kg/ha. Có thể trộn thêm giấm với liều lượng 20 – 40 lít/ha, ure 50 – 100 kg/ha cùng với phân gà để bón. Sau đó tháo nước vào ao với mực nước chỉ 5 – 10 cm, 5 - 7 ngày sau tháo dần nước vào ao với tốc độ sao cho ao sẽ đầy trong khoảng 4 – 5 ngày. Nếu trong nước xuất hiện nhiều tảo thì mới thả tôm giống, nếu chưa đủ thì cần bón thêm phân hữu cơ hay hoá học và chỉ thả tôm giống khi mật độ tảo cao.

Bài 6

ĐỘ ĐỤC VÀ CẢM QUAN CỦA NƯỚC AO HỒ NUÔI

- Độ đục của nước gây ra bởi sự có mặt của tảo là chủ yếu, tại một số vùng và thời điểm nhất định (mưa) độ đục còn do sự có mặt của các hạt đất, sét mịn. Nước nuôi thủy sản cần một độ đục (thực chất là mật độ tảo) nhất định. Độ đục có thể dễ dàng đo bằng đĩa (dễ, có thể tự chế tạo) Secchi. Từ trị số đo được có thể nhận định tình trạng tốt, xấu của nước nuôi và có giải pháp khắc phục thích hợp.
- Cảm quan của nước không chỉ gây ra bởi độ đục mà còn do các yếu tố khác như vàng, bọt, bọt khí, màu. Chúng cùng là những tiêu chí thể hiện trạng thái chất lượng nước nuôi.
- Biện pháp tăng cường độ đục cho nước là bón phân để thúc đẩy tảo phát triển hoặc sử dụng hoá chất (không độc) để gây màu cho nước.
- Để giảm độ đục của nước có thể áp dụng hai phương pháp: hồ sơ lắng đối với nước nguồn vào và keo tụ đối với nước trong ao. Thiết kế hồ sơ lắng cần đảm bảo thời gian lưu giữ nước của hồ và cách phân phối (vào, ra) sao cho không tạo ra các vùng "chết".
- Làm trong nước trong ao nuôi bằng cách sử dụng chất keo tụ và phối hợp thêm với chất trợ keo tụ. Chất keo tụ là phèn nhôm hay poly nhôm clorua. Liều lượng chất keo tụ thường là 10 – 30 g/m³, poly nhôm clorua với liều dùng bằng 20 - 30% so với phèn nhôm. Chất keo tụ chỉ có tác dụng trong khoảng pH khá hẹp: 6,2 - 8,5. Chất keo tụ làm giảm độ kiềm của nước, mức độ giảm kiềm của nước mạnh hơn khi dùng phèn nhôm.

Độ đục và cảm quan của nước nuôi thủy sản là đặc trưng dễ nhận biết và đóng vai trò quan trọng trong việc kiểm soát chất lượng nước nuôi trồng thủy sản. Nước trong tạo điều kiện cho ánh sáng xuyên thấu sâu vào lớp nước đáy, thúc đẩy các loại tảo lớn, thực vật có kích thước lớn, cỏ dại phát triển. Các loại thực vật có kích thước lớn không đóng vai trò là thức ăn tốt cho vật nuôi mà chúng cạnh tranh thức ăn với tảo làm tảo kém phát triển. Nước trong cũng tạo nguy cơ cho thủy động vật bị bắt bởi các loại chim săn mồi. Năng suất vật nuôi trong nước trong thấp hơn so với ao có nguồn nước với độ đục thích hợp. Đặc trưng cảm quan khác của nước như màu sắc, bọt, váng cũng là những dấu hiệu cho biết những đặc trưng về chất lượng nước.

Nước nuôi cần độ đục nhất định, độ đục được gây ra do tảo là tốt nhất. Tảo trong ao hồ sẽ che chắn bớt ánh sáng, hạn chế cỏ dại phát triển, tảo là nguồn thức ăn tốt cho vật nuôi, cung cấp oxy cho nước và xử lý amoniac trong nước. Ngược lại khi mật độ tảo quá lớn, nước có độ đục cao thì lại gây hại, làm hao hụt nguồn oxy trong nước về ban đêm do quá trình hô hấp.

Nước đục do các chất humic (mùn hữu cơ) mặc dù không gây độc trực tiếp cho vật nuôi nhưng thường gây ra hiện tượng thiếu dinh dưỡng do nồng độ axit lớn, mức độ dinh dưỡng thấp, che chắn ánh sáng kìm hãm quá trình quang hợp của tảo. Độ đục gây ra bởi các hạt đất, sét mịn là loại có hại, tuy không trực tiếp gây hại cho đời sống thủy động vật nhưng nó kìm hãm tảo phát triển, gây sa lắng xuống đáy ao. Nguồn đất sét gây đục có thể từ ngoài thâm nhập và cũng sinh ra từ nội bộ ao nuôi.

6.1. XÁC ĐỊNH ĐỘ ĐỤC, CẢM QUAN CỦA NƯỚC

Độ đục được đo dựa trên nguyên tắc quang học - dựa trên cơ sở ánh sáng truyền qua. Có rất nhiều loại máy móc được sử dụng để đo độ đục, dựa trên hiện tượng tán xạ (do độ đục) của tia sáng trên đường truyền khi gặp phải các vật rắn gây đục. Dựa trên tỷ lệ giữa

phân ánh sáng tán xạ và ánh sáng tổng có thể xác định được độ đục. Độ màu của nước được gây ra bởi các hợp chất tan nên đo màu dựa trên hiện tượng hấp thụ ánh sáng tại một sóng (khoảng sóng) nào đó của ánh sáng. Nguyên nhân gây độ đục và độ màu của nước là khác nhau nhưng khi đo riêng rẽ từng đối tượng thì chúng “nhiều” lẫn nhau nếu mẫu đo không được xử lý thích hợp. Khi có mặt cả độ đục lẫn độ màu thì số liệu đo thu được sẽ cao hơn số liệu thực. Máy đo độ đục thông dụng là thiết bị nephelomet (đo kiểu tán xạ) được chuẩn hoá theo một chất chuẩn nào đó. Đơn vị đo thường là NTU (Nephelometer Turbidity Unit) hoặc là FTU (Formazin Turbidity Unit) do sử dụng formazin làm chất chuẩn, $FTU = NTU$.

Trong nuôi trồng thủy sản, đo độ đục theo phương pháp tán xạ nêu trên thường ít phổ biến, dụng cụ hay được sử dụng là đĩa Secchi. Dụng cụ sử dụng là một đĩa tròn để chìm trong nước (bằng kim loại), đường kính của đĩa là 20 cm. Trên mặt đĩa chia ra làm 4 phần bằng nhau (hai đường kính vuông góc với nhau), trên mỗi phần sơn đen và trắng kế tiếp nhau, các phần có cùng màu sơn đối diện nhau. Ở tâm đĩa có khoét một lỗ nhỏ như lỗ đồng xu và xuyên qua đó một cái dây hoặc một cái gậy có chia vạch theo độ dài cm (giống thước dây). Khi nhúng dụng cụ trên vào nước vẫn có thể nhìn thấy đĩa nếu nước còn đủ trong và không nhìn thấy ở một độ sâu nào đó do nước đục. Tại độ sâu mà đĩa không nhìn thấy và nhìn thấy lại khi kéo lên thêm (đọc trên dây hoặc gậy đo) thì đó chính là số đo theo đĩa Secchi. Độ đục của nước càng cao thì khoảng cách nhìn được (cm) càng nhỏ.

Phương pháp đo theo đĩa Secchi dựa theo định luật hấp thụ ánh sáng có độ lặp và tính khách quan không cao nhưng phù hợp với nuôi trồng thủy sản trong việc so sánh nguồn nước có độ đục khác nhau.

Từ trị số đo được trên đĩa Secchi có thể xác định được độ sâu của lớp nước, tại đó nồng độ oxy trong nước đạt giá trị cân bằng, độ sâu của lớp nước đó là chỉ số trên đĩa nhân lên gấp đôi. Tại lớp nước trên bề mặt quá trình quang hợp của tảo diễn ra mạnh nên nhả ra nhiều oxy, lớp sâu hơn tảo quang hợp yếu do thiếu ánh sáng nhả ra ít oxy, ngoài ra oxy còn bị tiêu hao do hô hấp của động và thực vật. Tại lớp nước đạt cân bằng lượng oxy sinh ra và mất đi là ngang nhau.

Trong một nguồn nước không tồn tại độ sâu cân bằng (nước rất trong, nhìn thấy đáy tại đáy ao), ánh sáng xuyên thấu tới đáy sẽ kích thích các loại thực vật kích thước lớn, cỏ dại phát triển. Trong ao hồ mà độ sâu cân bằng quá nhỏ, ngay gần bề mặt nước sẽ đồng nghĩa với ao rất thiếu ánh sáng, quá trình quang hợp trong ao kém, ao rất dễ bị thiếu oxy. Với ao hồ nuôi, sự có mặt của tảo là rất cần thiết, mật độ tảo ở mức hợp lý nếu chỉ số độ đục nằm trong khoảng 30 – 45 cm. Khi đó nếu độ sâu của ao nông hơn 1 m thì đáy ao sẽ nhận nhiều ánh sáng dẫn đến cỏ dại phát triển. Khi ao có độ sâu 1,5 - 2,0 m thì nước trong ao sẽ bị phân tầng nhiệt (trên nóng, dưới lạnh về mùa hè) nếu không được khuấy trộn theo một cách nào đó.

Độ màu được đo theo phương pháp quang - hấp thụ ánh sáng (độ màu đo theo chỉ số Pt/Co). Phương pháp này không thuận lợi cho các nhà nuôi trồng thủy sản, nên thông thường người ta thường ước lượng bằng mắt.

Những yếu tố cảm quan khác liên quan đến chất lượng nước có thể quan sát được là bọt, váng, mảnh vụn, các vật nổi khác.

Mặc dù những phép đo và quan sát trên có tính lặp lại và khách quan không cao nhưng cũng có thể rút ra được một số lợi ích trong việc quản lý chất lượng nước nuôi.

Rất dễ phân biệt nước trong và nước đục, mức độ đục có thể đo trên đĩa Secchi, từ số liệu thu được có thể đánh giá tình trạng của ao hồ nuôi (xem bảng 6.1)

Bảng 6.1. Mối quan hệ giữa độ đục và tình trạng ao nuôi

Chỉ số độ đục đo trên đĩa Secchi (cm)	Trạng thái ao nuôi
Nhỏ hơn 20 cm	Ao rất đục. Nếu đục do tảo thì ao sẽ thiếu oxy. Nếu đục do đất, sét, tảo sẽ ít phát triển, năng suất nuôi thấp
20 – 30 cm	Ao đục, có nguy cơ đục hơn
30 – 45 cm	Nếu đục do tảo thì tình trạng ao nuôi là tốt
45 – 60 cm	Thiếu tảo, mật độ tảo thấp
60 cm trở lên	Nước quá trong, ít tảo, nhiều cỏ dại

Váng nổi trên mặt nước chủ yếu là do tảo. Lớp váng mỏng có thể có màu xanh xẫm, xanh vàng, đỏ hoặc đen là do các loại tảo khác nhau tụ lại tạo thành, thường không gây hại. Váng tảo đặc có màu xanh da trời hoặc màu lục - lam chủ yếu là do tảo lam gây nên. Tảo này nổi lên mặt nước để hấp thu được nhiều ánh sáng, hạn chế các hoạt động sinh hoá có ích trong ao hồ và có khả năng tạo các bọt váng bền trên mặt nước.

Bọt khí nổi lên mặt nước có thể là do quá trình phân hủy chất hữu cơ ở đáy ao. Bọt khí có thể chứa khí nitơ, khí CO_2 , khí metan. Nếu là khí metan (do phân hủy chất hữu cơ dưới điều kiện yếm khí ở đáy ao) có thể nhận biết như sau: thu khí vào trong chai, đậy kín sau đó cho miệng chai tiếp xúc với que diêm cháy, nếu ngọn lửa bùng lên thì đó là khí metan. Khi quan sát được nhiều bọt khí trên mặt nước thì có thể cho rằng quá trình phân hủy chất hữu cơ ở đáy ao xảy ra mạnh, đặc biệt khi khuấy động lớp bùn mà khí nổi lên nhiều hơn. Bọt khí trên bề mặt cũng có thể xảy ra khi nó hấp thu protein tan, một số chất hữu cơ có hoạt tính bề mặt như chất tẩy rửa. Bọt cũng thường được quan sát thấy tại các ao hồ nuôi thâm canh, sử dụng nguồn thức ăn tổng hợp lớn và có sục khí. Vào các buổi chiều hôm, bọt khí nổi lên nhiều là do thoát oxy từ ao vào không khí.

Váng, bọt khí, bọt, các vật nổi thường bị gió đánh giạt vào bờ và một phần có thể chìm xuống gây mùi và màu cho nước. Ở các nơi đó thỉnh thoảng có thể quan sát thấy tôm, cá chết, tuy không xác định được chính xác nguyên nhân là chết tại đó hoặc chết ở nơi khác trôi giạt đến.

Tại nhiều nơi người ta tìm cách ngăn không cho váng tụ tập vào các góc ao, thỉnh thoảng dọn đáy ao ở các góc, bón vôi hoặc áp dụng các giải pháp khác.

Màu của nước là do các chất tan và một vài loại không tan kích thước nhỏ, chủ yếu là do chất humic, tảo và một phần hạt sét mịn. Chất humic gây màu tối kiểu màu nước chè hay cà phê loãng. Ao bón nhiều phân hữu cơ hoặc ao ở các vùng đầm lầy, nhiều cây cối thường chứa nhiều chất humic. Ở một số ao hồ có chứa sắt, chất humic kết

hợp với sắt tạo ra loại phức chất có màu vàng nhạt. Nước đục do sét hoặc chất humic ít gây hại trực tiếp cho thủy động vật nhưng tạo ra bùn lắng và hạn chế tảo phát triển. Độ màu gây ra bởi tảo khá phong phú, các nhà nuôi trồng thủy sản có kinh nghiệm có thể dễ nhận biết ích lợi của các màu nâu, xanh nâu, vàng nâu, vàng, xanh lá cây của tảo gây ra, còn màu lam do tảo lam gây ra là có hại. Mặc dù mỗi loại tảo có màu đặc trưng riêng song nhờ vào màu để nhận biết từng loại tảo là rất khó.

6.2. MỘT SỐ GIẢI PHÁP

Tăng cường độ đục cho nước

Biện pháp đầu tiên nghĩ đến để làm tăng độ đục cho nước là bón phân để tăng mật độ tảo. Các chất gây màu cũng có thể sử dụng để hạn chế độ trong của nước, kìm hãm cỏ dại phát triển. Sản phẩm có tên thương mại là Aquashade được sử dụng để làm giảm độ truyền thấu của ánh sáng, nó có màu xanh da trời dùng trong thực phẩm, không gây hại cho động vật thủy sinh. Nó hạn chế cả cỏ dại và tảo phát triển. Sản phẩm này cũng được dùng ở Úc nhằm chống lại các loài chim săn cá. Một số nhà nuôi trồng tìm cách sử dụng đất sét để làm tăng độ đục nhưng kết quả đạt được không rõ ràng. Đưa vào ao các chất hữu cơ như cỏ, bón thêm phân hữu cơ làm tăng độ màu của nước, hạn chế độ truyền của ánh sáng nhưng dễ gây ra tình trạng thiếu oxy.

Nguồn gây đục

Nguồn gây đục cho nước có thể là do thâm nhập từ ngoài vào hoặc do sinh ra trong nội bộ ao.

Nguồn gây đục thâm nhập từ ngoài vào trước hết là do nước tràn từ ngoài vào: Nước mưa, nước từ các lưu vực, các nguồn khác bổ sung thêm vào ao hồ nuôi. Độ đục từ các nguồn trên chủ yếu là đất, sét mịn. Với các ao ở vùng đầm lầy, gần các vùng rừng ngập nước thì độ đục có nguồn gốc từ các chất humic do quá trình phân hủy thực vật.

Nguồn gây đục nội tại trong ao hồ là do sỏi mòn bờ ao, xáo trộn lớp bùn đáy của thủy động vật, nổi bùn do sục khí và tảo, chất humic tiết ra từ cây cỏ, phân bón hữu cơ. Sóng đánh vào bờ cũng gây sỏi mòn đất, ở mõm các điểm dẫn nước vào ao cũng gây sỏi mòn, đất sỏi mòn này gây độ đục cho nước.

Sa lắng trong ao hồ

Các chất gây đục thâm nhập từ ngoài vào hoặc sinh ra trong nội bộ ao dần dần sẽ chìm xuống đáy. Nếu lượng chất lắng lớn thì sẽ làm giảm thể tích của ao nuôi, một số vị trí đáy ao trở nên nông hơn tạo điều kiện cho cỏ dại phát triển. Chất sa lắng cũng có thể vùi lấp một số sinh vật sống ở lớp đáy. Chất sa lắng có nguồn gốc trong nội bộ ao hồ không gây giảm thể tích ao nuôi nhưng có thể làm biến dạng đáy ao. Vùng đáy nông bị bào mòn, vùng sâu bị bồi lắng bởi lớp bùn mềm chứa chất hữu cơ. Lớp bùn mềm dễ trở thành vùng yếm khí hơn so với vùng có nền đất cứng. Sục khí theo phương pháp cơ học là yếu tố để gây ra các lớp bùn mềm cục bộ. Sục khí tạo ra dòng chảy, dòng chảy sẽ bào mòn lớp bùn đáy ở nơi mà tốc độ dòng chảy lớn nhất và bồi lắng ở nơi có tốc độ dòng nhỏ nhất khi chúng lắng lại. Độ đục trong ao có sục khí chứa nhiều hạt đất, sét hơn là ao không sục khí.

Trong các hồ nuôi tôm thâm canh hay xảy ra quá trình xói mòn, lắng, biến dạng đáy hồ. Ở Thái Lan người ta thường sử dụng quạt nước có 8 hay nhiều hơn cánh quạt, công suất 0,75 kW, đặt ở các vị trí sao cho tạo thành dòng nước chảy xoay tròn. Tốc độ dòng xoáy cao có thể cuốn trôi bùn ở đáy ao vùng sát ven bờ với dải 10 – 15 m. Những bùn bị cuốn lên sẽ lắng lại ở tâm của ao, đôi khi với lớp dày 30 – 45 cm, chiếm 30 - 50% diện tích đáy ao. Có thể hạn chế hiện tượng trên bằng cách xây bờ nghiêng, xây chắc chắn, đặt quạt sục khí cách 4 – 5 m so với chân bờ ao, bao bờ ao bằng các loại vải đặc biệt tại các vị trí nhạy cảm.

Thiết bị sục khí trước hết quan tâm đến hiệu quả cung cấp oxy, ít để ý đến hiện tượng xói mòn ao. Nếu có được các thiết bị sục khí tạo ra dòng nước xoáy đều, êm lướt trên nền đáy ao để khuấy đảo các

mảnh chất hữu cơ chứ không phải cả đất và sét thì sẽ tốt hơn rất nhiều. Về nguyên tắc có thể chế tạo được loại thiết bị trên vì các chất hữu cơ nhẹ hơn sét, đất. Khi đó các chất hữu cơ sẽ dễ được phân hủy hơn do nhận được nhiều oxy. Khi chất sa lắng gồm cả chất hữu cơ và sét tạo ra điều kiện yếm khí trong đáy ao nuôi.

6.3. LÀM TRONG NƯỚC

Trong rất nhiều trường hợp, nước cần được làm trong trước khi đổ vào ao nuôi, hoặc là loại bớt độ đục trong ao đang nuôi. Để loại bỏ độ đục trước khi đưa nước vào ao nuôi, biện pháp hiệu quả là sử dụng bể lắng, trong trường hợp sau thì sử dụng chất keo tụ để làm trong nước.

Hồ sơ lắng

Nước trước khi đưa vào ao từ các nguồn khác nhau: nước mưa chảy tràn, nước từ nơi khác cần được lắng trước. Hồ lắng thường được thiết kế với mức nước cao hơn mức nước hồ nuôi để nước tự chảy nhờ chênh lệch độ cao. Hồ lắng có thể thiết kế sâu 2 – 4 m để tiết kiệm diện tích. Thể tích của hồ lắng quyết định đến độ trong của nước khi ra khỏi hồ lắng. Nước được lưu giữ lâu trong ao lắng có độ trong tốt hơn. Thời gian lưu giữ thủy lực được định nghĩa là tỷ lệ giữa thể tích hồ lắng (m^3) với lưu lượng nước chảy vào (m^3 /giờ) khi dòng vào hồ lắng chảy liên tục. Ví dụ một hồ lắng có thể tích là $50 m^3$, tốc độ nước chảy vào hồ (và ra liên tục) là $5 m^3$ /giờ thì thời gian lưu thủy lực là 10 giờ. Hiểu đơn giản thì đó là thời gian mà nước được lưu giữ lại trong hồ lắng. Thời gian lưu của hồ lắng cần không ít hơn 6 giờ, tốt nhất là từ 2 - 3 ngày. Hồ lắng cần được thiết kế theo các đặc trưng sau: khoảng cách giữa nước đầu vào và đầu ra là xa nhất. Nước vào và ra khỏi hồ lắng được phân phối đều trên toàn bộ tiết diện, tránh phân bố nước theo kiểu “điểm” ví dụ cho vào và lấy ra từ đầu cống, nước ra khỏi hồ là nước trên bề mặt. Ví dụ hồ lắng hình chữ nhật ABCD có hai chiều rộng là AB và CD, hai chiều dài là BC và AD. Nước đầu vào nên bố trí một máng dọc theo AB và chảy tràn qua cả chiều rộng AB

vào hồ lắng, tốt hơn cả là dòng nước vào không xối thẳng vào mặt nước mà dẫn tới lớp nước sâu. Nước chảy ra khỏi hồ lắng là nước chảy tràn qua toàn bộ chiều rộng CD trước khi vào hồ nuôi. Cách phân bố nước như vậy cho hiệu quả lắng cao, không tạo ra các vùng “chết”, không có tác dụng trong hồ lắng.

Để dễ vận hành, hồ lắng được thiết kế có cao độ lớn hơn ao nuôi, sử dụng bơm để bơm nước vào hồ lắng.

Có thể sử dụng các kênh dẫn nước vào các ao nuôi lớn làm hồ lắng. Kênh dẫn dễ bị bồi, mất tác dụng lắng và khi được nạo vét thì dễ gây ra dòng chảy đục vào ao nuôi. Tốt nhất là tại đầu mương dẫn nên đào một hồ sơ lắng và nối kênh dẫn nước vào ao nuôi. Ở những nơi không thể xây dựng hồ lắng rộng, hoặc quá trình lắng xảy ra nhanh thì nên thiết kế hai hồ lắng để khi hồ khác hoạt động thì hồ này được làm vệ sinh. Kích thước của hồ lắng được xác định trên cơ sở diện tích ao nuôi, độ sâu của hồ lắng, tốc độ lắng bùn, lượng nước cần sử dụng. Với các dòng nước chảy tràn vào ao qua các vùng đất trống thì biện pháp trồng cỏ và trồng cỏ trên bờ ao là biện pháp hiệu quả ngăn chặn bùn đất thâm nhập vào hồ nuôi.

Giảm độ đục trong ao nuôi

Các hạt huyền phù gây đục có kích thước lớn dễ gây lắng trong môi trường nước lặng. Các hạt huyền phù có kích thước nhỏ gọi là các hạt keo khó lắng, để thúc đẩy tốc độ lắng của các hạt keo thì cần phải tập hợp chúng co cụm lại thành các tập hợp lớn. Có thể tạo thành các tập hợp lớn bằng phương pháp keo tụ, tức là cần sử dụng các hoá chất gọi là keo tụ và trợ keo tụ.

Chất keo tụ thông dụng là phèn nhôm (nhôm sunfat, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) poly nhôm clorua, muối sắt, FeCl_2 , FeCl_3 , FeSO_4 . Các chất này khi hoà trộn vào nước sẽ làm cho các hạt keo nhỏ mìn cụm lại (keo tụ) và dễ lắng. Có thể bổ sung thêm các chất trợ keo tụ, chủ yếu là các loại polyme hữu cơ để tạo ra các tập hợp lớn hơn nhiều so với trường hợp chỉ sử dụng chất keo tụ.

Một điều cần chú ý là độ đục của nước gây ra bởi nhiều thành phần khác nhau: dạng vô cơ như đất sét, đất; dạng hữu cơ như tảo, xác vi sinh vật. Đặc trưng của các chất vô cơ là tính kỵ nước cao, các chất hữu cơ là loại keo ưa nước.

Chất keo tụ

Phèn nhôm

Chất keo tụ thông dụng nhất là phèn nhôm và poly nhôm clorua. Phèn nhôm (đơn) có công thức hóa học là $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$. Thành phần có tác dụng keo tụ là Al^{3+} chỉ chiếm 7 - 8% khối lượng. Khi hoà phèn nhôm vào nước sẽ xảy ra phản ứng thủy phân ion nhôm Al^{3+} tạo ra hydroxit nhôm $\text{Al}(\text{OH})_3$ và tạo ra axit (H^+) làm giảm độ kiềm và pH của nước. Nếu trong 1 m³ nước sử dụng 1 g phèn nhôm thì sẽ làm giảm độ kiềm của nước là 0,5 g/m³ tính theo CaCO_3 . Ví dụ nếu liều lượng phèn sử dụng để keo tụ nước là 30 g/m³ thì độ kiềm trong nước sẽ giảm 15 g/m³ (15 mg/l). Mức độ giảm pH của nước mạnh khi độ kiềm của nước nhỏ và ngược lại. Nước mặn (biển) có độ kiềm khoảng 120 mg/l, độ kiềm của nước lợ phụ thuộc vào độ pha loãng. Keo tụ với phèn nhôm chỉ có tác dụng trong vùng pH khá hẹp, từ 6,2 đến 8,5, ngoài vùng đó phèn nhôm không có tác dụng keo tụ.

Liều lượng phèn nhôm sử dụng khác nhau đối với từng nguồn nước, không có công thức chung cho tất cả các nguồn. Cách xác định liều lượng phèn nên xác định tại chỗ. Cách làm như sau:

Pha một lượng dung dịch phèn gốc với nồng độ 10 g/l. Lấy một số dụng cụ làm bình đựng nước có màu trong (chai lavie loại 1 lít). Đong vào ít nhất 4 bình, mỗi bình 0,5 lít nước cần keo tụ. Tính và cho vào 4 bình trên với liều lượng phèn 20, 30, 40, 50 g/m³ (mg/l), khuấy đều và quan sát hiện tượng keo tụ ở từng bình. Tại bình có xảy ra keo tụ (nhìn thấy) thì ứng với liều lượng keo tụ tại bình đó. Nếu không xảy ra keo tụ ở tất cả các bình thì phải tăng hoặc giảm liều lượng keo tụ, lặp lại cách xác định. Nếu vẫn không quan sát được liều lượng keo tụ cần thiết thì phải xem lại các điều kiện khác, trước hết là pH của nước.

Ví dụ: cân 100 g phèn nhôm hoà tan vào 10 lít nước được dung dịch phèn gốc có nồng độ 10 g/l (10000 mg/l).

Lấy 4 bình nước, mỗi bình đựng 0,5 lít nước ao cần keo tụ, cho phèn vào các bình có ký hiệu 1, 2, 3, 4, liều lượng phèn tương ứng là 20, 30, 40 và 50 g/m³ (mg/l).

Cách tính cho các bình:

Bình 1:

$$\text{Số ml dung dịch phèn gốc} = \frac{20 \text{ mg/l} \times 0,5 \text{ lít}}{10000 \text{ mg/l}} = 0,001 \text{ lít} = 1 \text{ ml}$$

Bình 2:

$$\text{Số ml dung dịch phèn gốc} = \frac{30 \text{ mg/l} \times 0,5 \text{ lít}}{10000 \text{ mg/l}} = 0,0015 \text{ lít} = 1,5 \text{ ml}$$

Tương tự như vậy đối với bình 3, và 4 là 2 ml và 2,5 ml. Cho lần lượt vào các bình 1; 1,5; 2,0; 2,5 ml khuấy đều và quan sát hiện tượng keo tụ.

Do lượng phèn gốc rất nhỏ khó xác định nên có thể sử dụng lượng nước cần keo tụ lớn hơn, ví dụ lấy 5 hay 10 lít, khi đó lượng dung dịch keo tụ đưa vào sẽ tăng tỷ lệ thuận với lượng nước. Ví dụ khi lấy 5 lít để thí nghiệm, thì lượng nước gấp 10 lần so với 0,5 lít, vì vậy lượng dung dịch phèn gốc cũng phải gấp 10 lần, tức là 10, 15, 20 và 25 ml. Nếu dùng 10 lít để thí nghiệm, tức là 20 lần lớn hơn 0,5 lít thì lượng dung dịch cũng phải tăng 20 lần, tức là 20, 30, 40 và 50 ml.

Poly nhôm clorua, PAC

Poly nhôm clorua, PAC cũng là loại chất keo tụ thông dụng hiện nay, chứa khoảng 15% Al³⁺ (tính theo Al₂O₃ là trên 30%). Tính năng keo tụ cũng gần giống phèn nhôm nhưng do bản chất là một loại polyme nên hàm lượng hoạt chất cao hơn và tốc độ kết tủa nhanh hơn với liều lượng dùng chỉ bằng 20 - 40% so với phèn nhôm. So với

phèn nhôm PAC sinh ra ít axit hơn nhiều vì vậy làm giảm pH rất ít, thích hợp cho các loại nước có độ kiềm thấp.

Tuy vậy với các nguồn nước cần làm trong mà chứa nhiều chất hữu cơ thì khả năng keo tụ của PAC cũng bị hạn chế. Trong một vài trường hợp có thể trộn lẫn phèn nhôm với PAC theo một tỷ lệ nào đó có thể sẽ đạt hiệu quả keo tụ và kinh tế cao hơn so với sử dụng đơn lẻ.

Pha trộn theo tỷ lệ nào cần được xác định tại chỗ với nguồn nước cụ thể.

Cách xác định liều lượng PAC cũng có thể tiến hành như đã trình bày ở trên.

Polyme hữu cơ

Một số loại polyme được sử dụng để làm trong nước với vai trò là chất trợ keo tụ, tức là phối hợp với chất keo tụ, trong một số trường hợp có thể dùng đơn lẻ.

Trợ keo tụ polyme là loại polyme hữu cơ mạch thẳng, phân tử lượng lớn, mạch dài (phân tử lượng từ vài đến 16 triệu đơn vị), tan trong nước. Người ta thường chia chúng theo đặc điểm điện tích: âm, dương, trung hoà (A, C, N) tức là khi tan vào nước các loại polyme A sẽ tích điện âm, loại C tích điện dương và loại N trung tính không mang điện. Các polyme trên khi tồn tại ở trong nước đóng vai trò “chiếc cầu” nối liền giữa các hạt gây đục, tạo ra một tập hợp hạt lớn hơn, dễ lắng.

Khi sử dụng phối hợp với chất keo tụ thì trợ keo tụ hoà trộn sau (1- 10 phút) với liều lượng thường là thấp ($0,2 - 0,5 \text{ g/m}^3$), lượng chất keo tụ có thể giảm được 50%, tốc độ lắng nhanh hơn 3 – 5 lần so với sử dụng keo tụ đơn độc. Nếu sử dụng đơn lẻ (không phải khi nào cũng đạt hiệu quả) thì lượng dùng cần cao hơn, ví dụ $0,5 - 1,0 \text{ g/m}^3$. Việc lựa chọn loại A, C hay N chỉ có thể xác định trên đối tượng thử cụ thể.

Sử dụng phèn nhôm hay PAC đều làm hao hụt lượng phân lân tan trong nước.

Cách sử dụng trong thực tế được tiến hành như sau: Pha phèn nhôm với nước (càng loãng càng tốt), phun lên bề mặt nước, sử dụng máy sục khí nhỏ đặt trên thuyền để khuấy trộn đồng thời với khi phun.

Bài 7

SỤC KHÍ

- Hàm lượng oxy tan trong nước có vai trò đặc biệt quan trọng đối với vật nuôi: giúp vật nuôi lớn nhanh, sử dụng hiệu quả thức ăn, tăng sức đề kháng bệnh, duy trì môi trường sống thuận lợi.
- Sục khí được sử dụng trong các trường hợp: khẩn cấp do nồng độ oxy tụt xuống quá thấp, sục khí bổ sung thường xuyên cho ao nuôi, trong nuôi giống, cất giữ hay vận chuyển.
- Sục khí được áp dụng cho phương thức nuôi thâm canh với mức độ cho ăn lớn (ví dụ từ 100 kg thức ăn cho một ha trong ngày) vào thời điểm ban đêm và sáng sớm khi mức độ quang hợp của tảo kém.
- Lựa chọn thiết bị sục khí trước hết phụ thuộc vào hiệu quả sục khí của máy và khả năng chống chịu ăn mòn của nước lợ. Nên chọn các điểm đặt máy sục khí sao cho dòng nước lưu thông tốt nhất.
- Sục khí cần được phối hợp tốt với liều lượng thức ăn và thay nước cho ao nuôi.
- Sử dụng thiết bị lưu thông nước trong ao nhằm triệt tiêu sự phân tầng nhiệt của nước giúp cho oxy phân tán đều theo chiều sâu. Lưu thông nước trong nội bộ ao nên thực hiện vào lúc nhiệt độ cao, ví dụ vào buổi chiều.

Sau yếu tố thức ăn thì lượng oxy hòa tan là yếu tố có ảnh hưởng lớn thứ nhì đối với năng suất vật nuôi trong các ao nuôi thâm canh và bán thâm canh. Sục khí là biện pháp hiệu quả nhằm tăng cường oxy cho ao nuôi. Sục khí cho ao nuôi là biện pháp khá quen thuộc đối

với ngành nuôi thủy sản, tuy vậy nó vẫn được hết sức quan tâm hiện nay nhằm hoàn thiện, cải tiến thiết bị và để hiệu quả sục khí ngày một tốt hơn.

7.1. HIỆU QUẢ CỦA SỤC KHÍ

Sục khí được sử dụng trong các trường hợp: trong tình trạng khẩn cấp, bổ sung thêm oxy cho ao nuôi, cho các bể ương giống, vận chuyển.

Sục khí trong trường hợp khẩn cấp

Sục khí được áp dụng khi lượng oxy trong ao thấp. Người ta thường đo oxy trong nước vào ban đêm và khi thấy nồng độ oxy thấp hơn 2 – 3 mg/l thì cần phải sục khí. Sục khí trong trường hợp khẩn cấp thường được áp dụng khi liều lượng thức ăn sử dụng cao hơn 50 kg/(ha.ngày). Hiệu quả sục khí được thể hiện trong ví dụ sau: Trong 36 ao nuôi cá da trơn vào mùa hè, mức độ cho ăn vượt trên 100 kg/(ha.ngày) nhiệt độ ao nuôi cao hơn 25°C, tất cả các ao đều cần phải sục khí, trong suốt thời gian từ tháng sáu đến tháng chín. Duy nhất chỉ có bốn đêm là không phải sục khí trong số ao đó. Chín ao trong số ao đó cần sục khí một đêm đơn lẻ, rất nhiều ao phải sục khí nhiều đêm kế tiếp nhau.

Sục khí thường được khởi động vào giữa đêm hoặc từ sáng sớm và kéo dài cho tới khi có ánh nắng mặt trời khá cao, khi mà quá trình quang hợp của tảo đủ cấp oxy cho nước. Thời gian sục khí kéo dài 3 – 4 giờ trong một đêm.

Hiệu quả của sục khí là rất tốt, mức độ cá chết do thiếu oxy chỉ chiếm 0,8% sản lượng thu hoạch của cả năm. Trong các ao sục khí, cá chết do thiếu oxy là rất hiếm gặp hiện nay.

Rất nhiều thiết bị có thể sử dụng cho sục khí, loại máy sục khí có cánh quạt dùng động cơ tổ ra có hiệu quả ở những nơi không có điện vì nó dễ di chuyển và lắp đặt. Loại sục khí chạy điện khó di chuyển do công kênh nên thường được cố định cho một ao, mặc dù giá thành

không cao hơn nhưng hiệu quả sục khí tốt hơn nhiều. Máy sục khí chạy điện 7,5 kW cung cấp một lượng oxy bằng khoảng 70% so với máy động cơ có công suất 50 kW.

Trong các ao nuôi nước lợ, thay nước đôi khi được xem là biện pháp cấp oxy cho nước.

Sục khí bổ sung

Sục khí bổ sung thêm oxy cho ao nuôi cũng được thực hiện ở nhiều nơi, nhưng chủ yếu là cho nuôi cá da trơn. Một khảo sát đối với ao nuôi cá da trơn có sử dụng sục khí liên tục theo phương pháp phân tán khí cho thấy: lượng cá thu được trong ao có sục khí đạt 5500 kg/ha so với ao không sục khí là 2700 kg/ha.

Sục khí 6 giờ/đêm sẽ đảm bảo lượng oxy trong nước không dưới mức 3 mg/l với liều lượng thức ăn 90 kg/(ha.ngày) và sản lượng bình quân đạt 5100 kg/ha. Hiệu quả sử dụng thức ăn là 1,7 (tỷ lệ giữa lượng thức ăn và sản phẩm thu được), tỷ lệ sống trung bình là 92%.

Phân tích về mặt hiệu quả kinh tế cho thấy: ao có sục khí hàng đêm mang lại lợi ích cao hơn so với ao nuôi mật độ thấp, lượng thức ăn thấp và chỉ thỉnh thoảng mới cần sục khí.

Kết quả thu được từ một nghiên cứu khác về sục khí đối với ao nuôi cá da trơn như sau: các ao nuôi với mật độ 1.200, 4.300, 8.600, 17.300, 26.000 và 34.600 con/ha; mức độ cho ăn tối đa hàng ngày tương ứng với mật độ nuôi trên là 0, 28, 56, 84, 112, 168 và 224 kg/ha. Sục khí được thực hiện khi nồng độ oxy thấp hơn 2 mg/l. Ao nuôi có mức độ thức ăn 0 – 56 kg/(ha.ngày) rất hiếm khi cần sục khí. Ao sử dụng thức ăn 84 kg/(ha.ngày) thường phải sục khí hàng đêm. Mặc dù trong tất cả các ao đều được cung cấp đủ oxy nhưng năng suất thu hoạch chỉ tăng đến khi lượng thức ăn tăng đến 112 kg/(ha.ngày). Hiệu quả sử dụng thức ăn đạt 1,6 - 1,8 đối với ao có mức cho ăn từ 28 đến 112 kg/(ha.ngày). Hiệu quả sử dụng thức ăn giảm rất nhanh khi lượng thức ăn tăng, cụ thể là 2,5 và 16,5 tương ứng với liều lượng thức ăn là 168 và 224 kg/(ha.ngày). Lợi nhuận tối đa thu được khi

liều lượng thức ăn là 112 kg/(ha.ngày) với sản lượng thu hoạch là 6000 kg/ha.

Lượng amoniac tích tụ lại trong ao nuôi và rất có thể nó là yếu tố kìm hãm quá trình sản xuất.

Thí nghiệm nêu trên chỉ ra rằng ngay cả với điều kiện có đủ oxy, năng suất cũng bị hạn chế khi sử dụng lượng thức ăn lớn. Yếu tố chất lượng nước, rất có thể là amoniac, kìm hãm tăng năng suất nuôi trồng.

Một ví dụ khác đối với nuôi cá da trơn: Ao nuôi với mật độ 10.000 con/ha, cho ăn tối đa là 53 kg/(ha.ngày). Trong thời gian từ 30.5 đến 12.10, có ba ao được sục khí mỗi đêm 6 giờ, 3 ao đối chứng khác không sục khí thường xuyên, chỉ thỉnh thoảng sục khí trong trường hợp khẩn cấp. Ao được sục khí luôn có nồng độ oxy ổn định ở trên mức 4 mg/l, ao không được sục khí thường xuyên thường là có oxy thấp hơn 2 mg/l. Sản lượng trung bình thu được trong ao sục khí là 4.813 kg/ha, trong ao không sục khí là 3.659 kg/ha. Hiệu quả sử dụng thức ăn trong ao có và không sục khí là 1,32 và 1,75.

Sục khí liên tục suốt cả ngày đêm cho ao nuôi cá da trơn cho sản lượng không cao hơn so với chỉ sục khí vào ban đêm. Vào ban ngày lượng oxy sinh ra do tảo là đủ, khi sục khí thật ra là có hại vì làm mất oxy từ nước vào không khí.

So sánh giữa sục khí mỗi đêm 6 giờ và chỉ sục khí trong tình trạng khẩn cấp cho ao nuôi cá da trơn được tiến hành như sau: Ao nuôi cá với mật độ 12.000 con/ha, mức độ cho ăn tối 112 kg/(ha.ngày). Ao sục khí hàng đêm có thời gian sục khí tổng cộng là 1372 giờ, ao sục khí trong tình trạng khẩn cấp có tổng thời gian sục khí là 641 giờ. Ao sục khí hàng đêm có sản lượng thu hoạch là 6800 kg/ha, còn ao kia là 7.000 kg/ha, hiệu suất sử dụng thức ăn trong hai ao tương ứng là 1,59 và 1,60.

Kết quả trên cho thấy việc sục khí hàng đêm không mang lại hiệu quả cao hơn so với sục khí khi ao thiếu oxy nhưng chi phí thì cao hơn.

Từ rất nhiều nghiên cứu khác nhau đã chỉ ra rằng: chỉ nên sử dụng liều lượng thức ăn 100 – 120 kg/(ha.ngày) và sục khí về ban đêm sao cho nồng độ oxy không được dưới mức 3 mg/l sẽ tăng cường được hiệu quả sử dụng thức ăn và tăng được năng suất nuôi.

Nhiều thành tựu đạt được về năng suất nuôi thủy sản trong điều kiện cung cấp đủ oxy cho nước nuôi:

Có thể đưa năng suất nuôi cá da trơn từ 3.000 kg/ha lên tới 15.000 kg/ha trong các ao nuôi nhỏ bằng biện pháp sục khí hoặc thay nước cho ao.

Có thể thu hoạch được sản lượng cá từ 10.000 - 20.000 kg/ha tại Israel và một số nước khác khi áp dụng chế độ sục khí, sử dụng kết hợp phân hữu cơ, phân hoá học và bổ sung thêm thức ăn tổng hợp.

Sục khí hay thay nước cũng được áp dụng đối với các ao nuôi nhỏ, ví dụ trong các bể bê tông (50 – 100 m³) hay ao nền đất (có diện tích 500 – 5000 m²). Ở Israel người ta có thể thu hoạch trên 6 tấn cá hàng năm trong bể bê tông có dung tích 50 m³ với điều kiện sục khí có công suất máy 0,75 - 1,5 kW và thay nước 100 – 200 m³/ngày. Bể nuôi hay ao nhỏ thường được lắp đặt hệ thống thải trung tâm, dòng nước xoáy do sục khí tạo điều kiện tách các chất gây đục, thức ăn dư, phân tích tụ ở trung tâm ao. Hệ thống thải trung tâm hoạt động 1 – 2 lần/ngày có khả năng tách các chất trên một cách có hiệu quả. Nước thải từ các ao nhỏ có thể xử lý và sử dụng lại.

Các ao nuôi tôm thâm canh cũng thường được sục khí. Sản lượng tôm (*Penaeus penicillatus*) nuôi thu hoạch được đạt tới 12 tấn/ha trong thời gian nuôi 141 ngày với mật độ nuôi ban đầu 286 tôm con/m² trong điều kiện sục khí với công suất 11,7 kW/ha và thay nước khoảng 30%/tuần. Nồng độ oxy được duy trì trên 3,5 mg/l, hiệu suất sử dụng thức ăn là 1,7.

Trong một trường hợp khác, tôm (*P.vannamei*) nuôi với mật độ 45 con/m², sử dụng máy sục khí cánh quạt 7,5 kW/ha, mức độ thay nước 17%/ngày. Vụ nuôi kéo dài 169 ngày và thu được 7500 kg tôm.

Nồng độ oxy thấp, khoảng 0,3 mg/l ở vùng gần đáy ao, hiệu suất sử dụng thức ăn là 2,5.

Trong một khảo nghiệm khác: tôm được nuôi trong sáu ao nhỏ, mỗi ao có diện tích 0,4 ha, mật độ nuôi tôm (loại *P.vannamei*) 25 con/m². Ba ao được sục khí với máy cánh quạt Đài Loan công suất 3,7 kW/ha, ba ao không được sục khí. Mức độ thay nước hàng ngày trong ao sục khí là 0,8%, trong ao không sục khí là 2,2%. Tất cả các điều kiện khác trong các ao đều giống nhau. Sản lượng tôm thu hoạch trung bình trong ao sục khí là 2852 kg/ha và trong ao không sục khí là 2061 kg/ha, tương ứng với hiệu suất sử dụng thức ăn là 3,2 và 3,8. Lợi nhuận thực trong ao sục khí cao hơn 42% so với ao không sục khí.

Cũng có trường hợp sục khí là không cần thiết. Đó là trường hợp nuôi cá da trơn thở khí trời *Clarias batracus* và *C. macrocephalus* trong ao 100 – 3000 m². Thời gian nuôi từ 4 đến 6 tháng cho thu hoạch từ 12500 đến 100000 kg/ha phụ thuộc vào điều kiện chất lượng nước nuôi, mức độ bệnh tật và kỹ năng quản lý. Hàm lượng oxy trong nước ít có tác động đến năng suất nuôi là do cá có thói quen ngoi lên mặt nước để hít thở không khí. Thay nước làm giảm độc tố trong nước.

Sục khí trong trường hợp khác

Sục khí ngoài các ao nuôi thâm canh còn được sử dụng trong các trường hợp: sản xuất giống, bể nuôi giữ, vận chuyển. Trong các trường hợp kể trên, mật độ nuôi cao hơn nhiều so với ao nuôi khi được sục khí, ví dụ có thể vận chuyển cá với mật độ 150 kg/m³ so với trong ao nuôi chỉ là 0,5 kg/m³. Trong các trại ương giống, sục khí đã trở thành thông dụng trong quá trình sản xuất.

7.2. CÔNG SUẤT THIẾT BỊ VÀ NHU CẦU SỤC KHÍ

Sục khí cho ao nuôi đem lại hiệu quả cho nuôi trồng thủy sản. Lựa chọn thiết bị sục khí có hiệu quả, phương pháp thực hiện và thời gian sục khí hợp lý nhằm mang lại hiệu quả cao nhất là vấn đề cần được quan tâm.

Thiết bị sục khí có nhiều loại: cánh quạt quay, bơm hút khí, phân tán khí, chạy bằng điện hoặc các loại nhiên liệu khác, công suất khác nhau.

Hai tiêu chuẩn chủ yếu để đánh giá hiệu quả của một máy sục khí là tốc độ chuyển tải oxy tiêu chuẩn và hiệu quả sục khí tiêu chuẩn.

Tốc độ chuyển tải oxy tiêu chuẩn được định nghĩa là lượng oxy thẩm vào nước trong một giờ khi vận hành thiết bị ($\text{kgO}_2/\text{giờ}$). Hiệu quả sục khí tiêu chuẩn là lượng oxy thẩm vào nước trên một đơn vị công suất máy (năng lượng tiêu hao), nó chính là tốc độ chuyển tải oxy trên một đơn vị năng lượng ($\text{kgO}_2/\text{kW.giờ}$).

Tốc độ chuyển tải oxy tiêu chuẩn trước hết phụ thuộc vào dạng, công suất thiết bị và các điều kiện môi trường khác như mức độ thiếu oxy của nước, nhiệt độ của nước cũng như cách lắp đặt thiết bị.

Nhìn chung, nước càng thiếu oxy và nhiệt độ càng thấp thì tốc độ chuyển tải oxy càng cao. Thiết bị và cách lắp đặt sao cho diện tích tiếp xúc giữa nước và không khí lớn sẽ làm tăng tốc độ chuyển tải oxy. Thiết bị có công suất lớn thì có hệ số chuyển tải oxy lớn.

Hiệu quả sục khí phụ thuộc vào các yếu tố như tốc độ chuyển tải và phụ thuộc thêm vào hiệu suất sử dụng năng lượng của thiết bị. Bảng 7.1 cho biết tốc độ chuyển tải oxy (R) và hiệu quả sục khí (E) của một vài loại máy sục khí.

Bảng 7.1. Tốc độ chuyển tải oxy R ($\text{kgO}_2/\text{giờ}$) và hiệu quả sục khí E ($\text{kgO}_2/\text{kW.giờ}$) của một số thiết bị.

Loại thiết bị	Khoảng của R	E	
		Trung bình	Khoảng giá trị
Quạt nước	2,5 - 23,2	2,2	1,1 - 3,0
Bơm đẩy	0,1 - 22,4	1,6	1,3 - 1,8
Bơm đứng	0,3 - 10,9	1,4	0,7 - 1,8
Bơm phun	11,9 - 14,5	1,3	0,9 - 1,9
Phân tán khí	0,6 - 3,9	0,9	0,7 - 1,2

Từ bảng 7.1 cho thấy, các thiết bị có công suất (R) lớn bé rất khác nhau và hiệu quả sục khí cũng khác nhau. Loại máy sục khí cánh quạt tỏ ra có hiệu quả tốt hơn cả, đạt trung bình là $2,2 \text{ kgO}_2/\text{kW.h}$.

Về mặt giá thành, máy sục khí cánh quạt với công suất 1 – 2 kW và lớn hơn có giá thành không cao hơn các loại máy khác, nhưng máy có công suất nhỏ thì cao hơn. Vì vậy đối với các ao nuôi nhỏ thì các dạng máy khác hay được sử dụng hơn mặc dù hiệu suất sục khí có thấp hơn. Máy sục khí cánh quạt của Đài Loan, với công suất 1 – 2 kW được sử dụng rất rộng rãi trên thế giới, về chất lượng thì không được cao, nhưng bù lại giá thành tương đối rẻ, nhẹ, phù hợp với ao nuôi thâm canh và ít bị ăn mòn. Vì lẽ đó nó rất phổ biến trong nuôi tôm thâm canh.

Nhu cầu oxy trong ao nuôi biến động liên tục: tảo nhả ra oxy khi quang hợp và tiêu thụ oxy khi hô hấp, hai quá trình này diễn ra với cường độ khác nhau vào ban đêm và ban ngày (ánh sáng). Thủy động vật gồm vật nuôi, động vật phù du, động vật sống ở lớp đáy sử dụng oxy. Nhiệt độ và nồng độ oxy trong nước thay đổi liên tục nên không thể tính được tốc độ chuyển tải oxy một cách chính xác. Mặt khác không thể biết được là bao nhiêu oxy đã thấm vào nước được vật nuôi sử dụng và bao nhiêu được các thủy động vật khác sử dụng. Vì tất cả các lý do đó nên rất khó đưa ra một khuyến cáo là ao nuôi cần được sục khí bao nhiêu hay nói cách khác là với mức sục khí ổn định thì có thể nuôi được mật độ nào.

Người nuôi cá da trơn ở Mỹ thường sử dụng máy sục khí có công suất 2 – 3 kW/ha. Với các ao nuôi tôm ở Đông Nam Á sử dụng 5 – 10 kW/ha, loại dưới 2 kW/ha không có tác dụng. Với các ao nuôi thâm canh nhỏ, công suất mức độ sục khí còn cao hơn, ví dụ ở Israel với một bể bê tông 50 m^3 có thể sử dụng tới hai máy sục khí công suất 0,75 kW.

Rất khó để xác định được lượng khí cần sục với mật độ nuôi và lượng thức ăn sử dụng, chỉ có thể ước lượng một cách khá thô thiển. Người ta ước lượng rằng cứ 1 kW sẽ cung cấp đủ cho 500 kg vật nuôi trong ao.

Kinh nghiệm thực tế cũng cho thấy: với ao nuôi có sản lượng 2000 kg/ha thì không cần phải sục khí. Bởi vậy nếu sử dụng 8 kW sẽ nuôi được 5000 kg/ha. Riêng với cá da trơn, để nuôi 4000 – 5000 kg/ha thì chỉ cần 2 – 3 kW dùng cho sục khí, tuy nhiên ao nuôi trong điều kiện đó thường là thiếu oxy vào ban đêm. Cá rô phi có khả năng chịu đựng điều kiện thiếu oxy hơn so với các loại nuôi khác, vì vậy có thể nuôi tới 5000 kg/ha mà không cần sục khí.

Trong các bể nuôi và thùng vận chuyển có mức độ thay nước cao, ít tảo và các động vật khác thì việc tính toán lượng khí cấp dễ hơn, cứ mỗi kg oxy đảm bảo được cho vật nuôi với lượng thức ăn là 4 kg.

Lắp đặt máy sục khí cần chọn vị trí thích hợp sao cho lượng khí oxy thấm vào nước được phân tán rộng và đều trong ao nuôi. Cá sẽ tụ tập lại xung quanh máy sục khí khi máy hoạt động do oxy ở các vùng khác thấp. Nhiều người nuôi thường cho ăn trong vùng đặt máy sục khí nhằm tập làm quen cho vật nuôi lui tới vùng này một cách thường xuyên. Với máy sục khí lắp cố định tại một vị trí thì người ta thường dùng điện để chạy, khi máy hỏng cần thay thế thì máy cũng được lắp ở gần vị trí cũ sao cho cá không bị mất thói quen bơi về đó. Với máy sục khí di động thì nên đặt máy ở vùng cuối ao, nơi thường có nồng độ oxy cao hơn mà cá thường tụ tập về. Nếu là sục khí thường xuyên vào các buổi tối thì nên đặt máy ở một nơi cố định để huấn luyện cho cá, còn khi sục khí trong trường hợp khẩn cấp thì cần phải phân tán khí ra cả diện tích ao hoặc ra vùng diện tích càng rộng càng tốt để cho tất cả vật nuôi được cung cấp oxy, điều đó tương ứng với sự tuần hoàn (lưu thông) tốt của nước trong ao. Máy sục khí cánh quạt có hiệu quả lưu thông nước tốt. Vị trí đặt máy sục khí ảnh hưởng đến sự lưu thông của nước. Cách chọn vị trí đặt tốt nhất cho một ao nuôi hình chữ nhật được thực hiện như sau: sử dụng 60 chai nhựa, đổ vào một lượng nước sao cho phần đáy nút của chai còn nổi trên mặt nước. Thả số chai đó đồng thời phía trước máy sục khí 2,5 kW trong ao rộng 0,4 ha và theo dõi đường đi của chai đó. Kết quả cho thấy vị trí tốt nhất để đặt máy là ở giữa chiều dài của hình chữ nhật, hướng đẩy nước song song với chiều rộng của hình chữ nhật. Vị trí đặt máy trên tạo điều kiện cho nước lưu thông tốt nhất. Vị trí đặt

máy sục khí dễ nhất là tại góc ao, hướng dòng nước theo đường chéo của hình chữ nhật.

Trong một ao đặt nhiều máy sục khí thì nên chọn vị trí của máy sao cho dòng nước tạo ra không đối đầu nhau. Ví dụ khi sử dụng bốn máy sục khí thì nên đặt ở bốn góc ao và dòng hướng về bờ ao, tất cả các dòng đều hướng theo chiều kim đồng hồ hay ngược chiều. Với cách bố trí như vậy sẽ tạo thành dòng nước chạy vòng quanh ao nuôi và tạo ra bùn lắng ở trung tâm của ao.

7.3. LƯU THÔNG NƯỚC TRONG AO

Các nhà nuôi trồng thủy sản đều cho rằng nước lưu thông trong ao nuôi đem lại nhiều lợi ích. Dòng nước chảy trong nội bộ ao sẽ triệt tiêu hiện tượng phân tầng nhiệt và hoá chất, tạo điều kiện sống điều hòa, dễ chịu cho vật nuôi. Ngoài ra thiết bị tạo dòng chảy cũng tạo ra các dòng chảy xoáy trên lớp nước mặt, thúc đẩy quá trình thẩm oxy từ không khí vào nước. Bơm đẩy khí hoạt động theo nguyên tắc sử dụng bọt khí để đẩy nước và vì vậy cũng làm tăng hàm lượng oxy trong nước, tuy vậy nó không được xem là sục khí. Tác dụng của lưu thông nước chỉ nằm ở phương diện trộn đều các dòng nước có hàm lượng oxy khác nhau, lớp nước bề mặt nhiều oxy với lớp nước dưới sâu ít oxy. Vào những ngày nắng lớp nước trên thường bão hòa oxy, trong khi lớp nước sâu thường thiếu oxy. Khi lưu thông nước, oxy sẽ trở nên đều hơn trong nước. Vì lý do đó nên biện pháp lưu thông nước có thể coi là biện pháp tích lũy oxy cho nước và thúc đẩy tạo phát triển, tức là tăng cường nguồn oxy cho nước nuôi.

Nhiệt độ và sự phân tầng nhiệt

Mục đích của lưu thông nước là chống lại sự phân tầng nước do nhiệt độ, tức là các tầng nước có nhiệt độ khác nhau. Nhiệt độ trong nước có mối liên quan với cường độ ánh sáng và nhiệt độ của khí quyển. Nhiệt độ của nước đi liền với nhiệt độ không khí, tuy về mặt thời gian có độ trễ nhất định. Ở miền Nam và nam Trung Bộ nhiệt độ

của nước khá ổn định trong năm, ở vùng miền Bắc nhiệt độ dao động theo mùa. Vì lý do đó hiện tượng phân tầng nhiệt có thể dự báo khá chính xác.

Nhiệt dung riêng của nước có giá trị lớn nhất so với các chất khác, đạt giá trị 1 calo. Giá trị ấy có nghĩa là để nâng nhiệt độ lên 1°C cho 1 g nước cần cấp một nhiệt lượng là 1 calo (1 kcal cho 1 kg nước để tăng 1°C). Hiện tượng khí hậu mát mẻ về mùa hè, ấm áp về mùa đông ở các vùng nhiều nước liên quan đến nhiệt dung lớn của nước.

Nước hấp thụ ánh sáng mặt trời và chuyển hóa thành nhiệt. Mức độ hấp thụ ánh sáng của nước phụ thuộc vào chiều sâu của lớp nước và tuân theo quy luật hàm số mũ, điều đó đồng nghĩa với lượng nhiệt sinh ra do hấp thụ ánh sáng chủ yếu ở lớp nước bề mặt. Điều đó càng phù hợp với ao nuôi do trong nước chứa nhiều chất hữu cơ tan và các chất huyền phù gây đục, các chất này làm tăng khả năng hấp thụ ánh sáng và nước đục hấp thụ ánh sáng nhiều hơn so với nước trong. Trộn lẫn nước nóng phía trên và nước lạnh ở phía dưới chủ yếu phụ thuộc vào sóng nước (gió). Tỷ trọng (khối lượng riêng) của nước phụ thuộc vào nhiệt độ, giảm khi nhiệt độ tăng, vì vậy chúng không tự hòa trộn được khi lớp nước trên nhẹ hơn lớp nước dưới. Khi đó lớp nước bên trên nóng và lớp dưới lạnh.

Vào mùa lạnh nước trên bề mặt có nhiệt độ thấp hơn so với tầng nước sâu vì vậy không xảy ra hiện tượng phân tầng nhiệt trong ao nuôi. Hiện tượng phân tầng nhiệt chủ yếu xuất hiện vào mùa nắng, ẩm và ít gió.

Hiện tượng phân tầng nhiệt xảy ra rõ rệt ở các ao sâu, tuy vậy cũng thường xuất hiện ở các ao nuôi có độ sâu không cao và diện tích nuôi hẹp.

Sự duy trì hiện tượng phân tầng nhiệt trong ao nuôi phụ thuộc vào tiết diện và độ sâu của ao. Ao nhỏ, nước nông, nhiều gió là điều kiện phá hủy hiện tượng phân tầng nhiệt.

Trong ao nuôi cần tránh hiện tượng phân tầng nhiệt bằng cách chủ động áp dụng các giải pháp kỹ thuật thích hợp. Các thiết bị sục

khí có tác dụng lưu thông nước trong ao nhưng sẽ tốn năng lượng nhiều nếu chỉ vì mục đích phá hủy tầng phân nhiệt.

Các thiết bị sử dụng để lưu thông nước trong ao tốn ít năng lượng hơn như bơm nước, bơm đẩy khí, cánh quạt nước có tốc độ chậm (40 vòng/phút) hoặc các thiết bị chuyên dụng khác. Thay nước cũng có tác dụng tuy không nhiều và đôi khi được sử dụng kết hợp với các mục tiêu khác.

Hiệu quả lưu thông nước trong ao nuôi có thể đánh giá thông qua phép đo thử: tốc độ dòng nước, thử độ hòa trộn phân tán của chất màu hoặc muối hoặc các biện pháp thích hợp khác.

Hiệu quả sự lưu thông nước

Lưu thông nước trong ao nuôi ngăn chặn sự phân tầng nhiệt của nước, nhờ vậy nhiệt độ và nồng độ oxy trong ao cao hơn so với ao đối chứng, tuy nhiên giữa ao có và không lưu thông nước không có sự khác biệt về mật độ và thành phần tảo. Trong các ao có lưu thông nước, việc sục khí khẩn cấp ít khi phải thực hiện hơn so với ao đối chứng. Tuy vậy một vài nghiên cứu cho thấy dường như mật độ tảo lam trong ao thông nước có cao hơn.

Trong các ao lưu thông nước, nồng độ oxy của lớp nước sâu có cao hơn nhưng ở lớp nước mặt thì ít hơn. Sản lượng nuôi không khác biệt.

Một nghiên cứu được tiến hành tại Hawaii đối với ao nuôi tôm có diện tích 0,2 ha cho thấy: trong điều kiện lặng gió, không sử dụng biện pháp thông nước, ao nuôi có hiện tượng phân tầng nhiệt, nồng độ oxy ở lớp nước đáy thường thấp hơn 5 mg/l vào cuối buổi chiều (lúc nồng độ oxy tan cao nhất trong ngày do quang hợp của tảo). Nếu sử dụng biện pháp thông nước thì nồng độ oxy ở lớp đáy đôi khi vượt quá 12 mg/l vào cuối buổi chiều, nồng độ oxy thấp nhất trong ngày là 1 mg/l và trung bình là 4 mg/l ở lớp nước đáy. Đó là điều kiện thuận lợi để tăng năng suất vật nuôi. Các ao nuôi có độ sâu lớn dễ xảy ra hiện tượng phân tầng nhiệt hơn so với ao nước nông.

Tóm lại, sử dụng các biện pháp nhân tạo để lưu thông nước trong ao nuôi sẽ khắc phục được hiện tượng phân tầng nhiệt, giúp cho oxy và nhiệt độ trong ao đều hơn theo độ sâu của lớp nước. Tuy ít có tác dụng cung cấp oxy cho nước nhưng giúp nước giữ được oxy ở lớp sâu, đỡ được một phần khi sục khí, nhất là trong điều kiện sục khí khẩn cấp. Năng lượng dùng để lưu thông nước vì vậy được bù đắp một phần. Biện pháp lưu thông nước không tác động đến mật độ tảo cũng như độc tố amoniac và nitrit.

Bài 8

KIỂM SOÁT CỎ DẠI TRONG AO NUÔI

- Thực vật trong ao nuôi, ngoài loại vi tảo còn có các loại tảo thân lớn, thực vật ngập nước, loại nửa chìm nửa nổi, loại trôi nổi tự do, loại nổi có rễ trong bùn. Các loại thực vật này (ngoài vi tảo) được coi là cỏ dại không có lợi cho ao nuôi.
- Thực vật thân lớn phát triển thuận lợi trong các ao nước trong, độ cứng của nước cao, nghèo dinh dưỡng, độ sâu của nước thấp.
- Kiểm soát cỏ dại trong ao nuôi bằng biện pháp sinh học là sử dụng động vật sử dụng cỏ dại làm thức ăn. Cá trắm cỏ, cá chép, cá rô phi là vật nuôi có khả năng ăn cỏ dại. Mật độ vật nuôi cần được điều chỉnh sao cho phù hợp với lượng cỏ dại và tập tính sinh hoạt của chúng. Biện pháp sinh học là biện pháp phòng ngừa chỉ phát huy tác dụng sau một thời gian nhất định chứ không phải là giải pháp chữa.
- Các hoá chất diệt cỏ dùng trong ao nuôi bị hạn chế rất nhiều do chưa nghiên cứu kỹ được độc tính của từng loại. Mỗi chất diệt cỏ đều có những tác dụng riêng biệt, đặc thù đặc biệt về độc tính của từng loại và ảnh hưởng của điều kiện môi trường. Lựa chọn từng loại cụ thể được quyết định trên cơ sở mục đích, điều kiện và giá thành của từng loại.
- Tuy là loại thực vật có ích cho nuôi trồng thủy sản nhưng tảo cũng trở thành đối tượng “cỏ dại” khi chúng phát triển mạnh đến một mức độ nào đó hoặc xuất hiện các loại tảo gây độc cho vật nuôi và môi trường.

- Duy trì mật độ tảo thích hợp thông qua bón phân hợp lý (điều chỉnh dinh dưỡng) là biện pháp mang lại hiệu quả tổng thể cao nhất. Chỉ trong trường hợp khẩn cấp thì mới phải dùng tới các loại hoá chất diệt tảo.
- Một số chất hữu cơ như rơm, rạ cũng có khả năng ngăn ngừa tảo phát triển. Cơ sở khoa học của phương pháp chưa được nghiên cứu kỹ nhưng hiệu quả thì đã được nhận biết rõ ràng. Điều đặc biệt của phương pháp là ngăn ngừa có hiệu quả tảo lam phát triển, tảo lam là đối tượng không có lợi cho ao nuôi.
- Sử dụng chất màu để hạn chế sự xuyên thấu ánh sáng nhằm hạn chế tảo phát triển ít mang lại kết quả và làm thay đổi tỷ trọng các loại tảo thường theo hướng bất lợi.
- Sử dụng hoá chất: phèn nhôm, thạch cao để lắng photphat tan trong nước là biện pháp có thể sử dụng để hạn chế tảo phát triển, trong đó thạch cao có tác dụng dài hơn so với phèn nhôm.
- Sử dụng bèo có khả năng hạn chế tảo phát triển do bèo che chắn bớt ánh sáng, hấp thu khá mạnh đạm và lân trong nước.
- Tảo lam là loại tảo không mong muốn và có thể làm giảm tỷ lệ tảo lam trong quần thể tảo của ao bằng cách làm tăng tỷ lệ N : P (nhiều đạm, ít lân).
- Thay nước 5 - 10%/ngày là biện pháp giảm mật độ của tảo, đồng thời tác động mạnh lên các quá trình sinh hoá trong ao nuôi.
- Một số loại cá ăn tảo trực tiếp như cá chép trắng, một số loại cá rô phi tuy không làm giảm mật độ tảo trong ao nuôi nhưng làm giảm đáng kể loại tảo có kích thước lớn. Điều này mang lại hiệu quả tốt cho môi trường ao nuôi tạo điều kiện tăng năng suất nuôi trồng.

Thực vật sống trong ao nuôi là thành phần quan trọng trong hệ sinh thái ao. Với ao nuôi quảng canh, thực vật đóng vai trò là nguồn thức ăn chính của vật nuôi và vì vậy có thể tăng năng suất vật nuôi bằng cách bón phân. Trong các ao nuôi thâm canh, thực vật cũng rất cần cho đời sống động vật thủy sinh: cung cấp vitamin, nguyên tố vi lượng, cung cấp oxy, điều chỉnh một số yếu tố môi trường thuận lợi cho đời sống của thủy động vật.

Mặc dù đóng vai trò quan trọng trong hệ sinh thái của ao nuôi, sự có mặt của một số loại thực vật gây tác hại cho môi trường nuôi: tác động xấu đến môi trường nuôi, làm giảm chất lượng sản phẩm vật nuôi, gây khó khăn cho thu hoạch. Vì lý do đó, các nhà nuôi trồng thủy sản tìm các giải pháp để hạn chế sự phát triển của các loại thực vật gây hại nhằm quản lý tốt các ao hồ nuôi trồng thủy sản.

8.1. THỰC VẬT TRONG AO HỒ

Thực vật sống trong các ao hồ nuôi có thể phân loại theo đặc trưng sinh thái: dạng và vị trí cư trú của chúng theo chiều sâu lớp nước. Các nhóm thực vật chủ yếu trong hồ nuôi là: tảo, tảo sợi thân lớn, thực vật ngập nước, loại nhô khỏi mặt nước, loại trôi nổi, nổi có rễ.

Tảo

Tảo hay còn gọi là vi tảo sống lơ lửng, phân tán trong lòng nước hoặc tụ tập trên bề mặt nước tạo thành váng tảo. Trong các ao nuôi có thể tồn tại hàng trăm loại tảo khác nhau mà chỉ có các nhà chuyên môn sâu và phương tiện tốt mới có khả năng phân loại chi tiết, chính xác.

Tất nhiên, đối với nuôi trồng thủy sản việc định danh từng loại tảo cụ thể ít khi là cần thiết.

Tảo là loại thực vật quan trọng và cần thiết nhất đối với ao nuôi thủy sản. Sự có mặt của tảo sẽ hạn chế các loại thực vật ít hữu ích

phát triển và vì có kích thước nhỏ chúng không gây khó khăn cho việc thu hoạch và các hoạt động quản lý ao khác. Tảo là nguồn thức ăn chất lượng cao, đóng vai trò quan trọng hàng đầu của chuỗi thức ăn tự nhiên trong ao hồ. Tảo cũng sẽ trở thành “cỏ dại”, có hại nếu phát triển quá mạnh, mật độ cao hoặc có mặt các loại tảo gây hại.

Mật độ tảo cao trong ao nuôi gây mất cân bằng oxy trong ao hồ nuôi, quá thừa hoặc quá thiếu oxy tại các thời điểm khác nhau trong một ngày. Một số loài tảo lam, nhất là loại *Microcystis* và *Anabaena* tạo ra váng nổi trên mặt nước. Loại tảo nổi váng cung cấp rất ít oxy cho nước vì oxy sinh ra trên bề mặt bị thoát vào không khí. Tảo lam tạo váng bề mặt rất dễ bị chết hàng loạt trong một thời gian ngắn gây ô nhiễm môi trường nước. Về phương diện kinh tế, tác hại nhất của loại “tảo dại” là sinh ra một số mùi khó chịu, mùi này tiếp tục nhiễm vào cơ thể thủy động vật. Một số loài tảo tiết ra chất độc có thể gây độc hay chết cho vật nuôi hay tích tụ trong tế bào gây độc cho người sử dụng sản phẩm.

Tảo sợi thân lớn

Khác với tảo, nhóm tảo này có kích thước lớn, một số loại nhận biết bằng mắt. Tảo dạng thân lớn có khả năng bám vào bùn và thân phát triển trong nước, tạo ra các nhánh nhỏ dạng sợi bông. Loại tảo thân lớn thường phát triển ở đáy ao mới nuôi hoặc ven bờ có mực nước nông tạo ra các thảm tảo. Các thảm tảo sẽ nổi lên mặt nước nếu các bọt khí bám vào chúng. Các thảm tảo tập trung lại trên mặt nước tạo thành các lớp váng. Tảo thân lớn có mặt ở hầu hết các ao nuôi nhưng ít gây hại nếu chúng chỉ phát triển đến một mức độ nào đó ở ven bờ. Nếu chúng tạo thành thảm tảo lớn và tạo lớp váng chiếm nhiều diện tích thì gây phiền phức cho việc thu hoạch, ví dụ để lọt lưới tôm cá do lưới bắt không chìm sát đáy hoặc do chúng ứ đọng trong các thảm cỏ dày đặc, hoặc là khi đã bắt được cần phải tách chúng ra khỏi cỏ dại. Lớp váng bề mặt cũng gây khó khăn cho việc bón thức ăn vì các hạt thức ăn bị vướng mắc vào đó. Lớp váng gây ra do tảo thân lớn cũng gây tác động xấu đến chất lượng lớp nước dưới

nó: Oxy hoà tan thấp do bị mất vào không khí, che chắn ánh sáng xuyên thấu tới lớp nước thấp bên dưới, ảnh hưởng xấu đến đời sống của thủy động vật.

Thực vật ngập nước

Thực vật ngập nước là loại sống dưới mặt nước trong suốt thời kỳ tồn tại, mặc dầu đôi khi phần ngọn có thể nhô lên khỏi mặt nước. Thực vật loại này có bộ rễ bám vào lớp bùn, trong một số trường hợp có thể lơ lửng trong nước.

Có nhiều loại thực vật thuộc nhóm ngập trong nước, chủ yếu là các loại rong, rêu. Tác hại của chúng cũng gần giống với loại tảo thân lớn, gây khó khăn cho việc đánh bắt, cho ăn.

Thực vật nửa chìm, nửa nổi

Loại thực vật trên có rễ bám ở bùn và phát triển thân nhô lên khỏi mặt nước. Loại này có thân cứng không cần sự trợ giúp của nước. Một số loài có thể tồn tại ở trên mặt đất cũng như ở trong nước. Loại này thường mọc ở ven bờ, ít gây khó khăn cho các hoạt động nuôi trồng (rắn thường hay trú ngụ trong đó). Tuy nhiên nếu chúng phát triển quá mạnh thì cần được làm sạch, nhổ bỏ đi. Đại diện cho loại thực vật này là các loại lau, sậy, niễng, liễu mọc ở ven bờ ao.

Thực vật trôi nổi

Loại này không định vị tại một vị trí nhất định, nổi hoặc lơ lửng trong nước. Chúng cũng có bộ rễ để hút dinh dưỡng tan từ nước. Có loại với kích thước khá lớn như bèo tây (lục bình), nhỏ hơn như bèo hoa dâu, bèo tấm. Loại này thường vô hại thậm chí có ích trong nhiều trường hợp. Bèo tây có thể hút oxy từ không khí và nhả vào nước qua rễ. Bèo tấm có khả năng hấp thụ amoniac rất mạnh từ nước để tạo sinh khối. Với mật độ nhất định chúng có thể hạn chế sự phát triển của tảo. Khi mật độ dày đặc có thể dễ dàng loại bỏ bớt để hạn chế khả năng che chắn ánh sáng của chúng.

Thực vật nổi có rễ

Diễn hình của loại thực vật này là cây súng, sen và một số loài khác có lá khá to, cuống thân dài. Lá của nó thường trải ra ngay trên mặt nước. Loại này thường vô hại, ít điều kiện phát triển vì sau mỗi lần phơi ao chúng thường bị chết.

8.2. TÁC ĐỘNG XẤU CỦA CỎ ĐẠI

Một ao nuôi tốt là ao có thực vật phát triển mạnh đóng vai trò cung cấp thức ăn cho vật nuôi. Một số loại thực vật luôn có mặt trong ao nuôi, một số loại tồn tại, hình thành phụ thuộc vào kết quả của sự cạnh tranh giữa các loài thực vật cùng tồn tại trong ao.

Tảo phát triển thuận lợi trong môi trường nước trong, giàu đạm, lân và một số các loại dinh dưỡng khác. Tảo hấp thu rất tốt các hợp chất dinh dưỡng tan trong nước, phát triển nhanh dưới điều kiện ấm nóng, nhiều ánh sáng trong nước. Một khi đã phát triển, tảo cạnh tranh dinh dưỡng mãnh liệt với các loài thực vật khác, che chắn ánh sáng xuyên thấu vào nước hạn chế các loại thực vật sống ở lớp nước dưới phát triển.

Ao hồ nghèo dinh dưỡng tan sẽ thúc đẩy loại thực vật ngập trong nước phát triển vì chúng có thể sử dụng dinh dưỡng trong bùn thông qua bộ rễ và cũng do mật độ tảo thấp, cường độ ánh sáng trong nước cao nên thực vật ngập trong nước có điều kiện lan rộng, phát triển, chiếm diện tích lớn ở đáy ao chứ không chỉ ở các vùng nước nông. Do khả năng tận dụng dinh dưỡng trong bùn nên các loại cây ngập trong nước thường quan sát thấy và gây hại tại các ao nuôi mới, hoặc các ao nuôi lại sau khi đã phơi khô, khi đó hàm lượng chất dinh dưỡng (N, P) tan trong nước thấp. Khi các loại thực vật ngập trong nước phát triển đủ mạnh, chúng sẽ cạnh tranh thức ăn và ánh sáng với tảo, ngăn và hạn chế tảo phát triển. Một số loại thực vật này còn tiết ra một vài hoá chất hạn chế sự phát triển tảo. Vấn đề thực vật ngập trong nước và tảo dạng sợi thân lớn thường xuất hiện trong các ao có độ cứng cao. Trong ao có độ cứng cao quá trình keo tụ các chất gây

đục xảy ra thuận lợi, nước trong nhiều ánh sáng. Nước cứng thường đi liền với pH cao là tác nhân gây lắng photphat, gây ra thiếu photphat tan trong nước. Nước mềm, pH thấp thường đục, chứa nhiều chất humic, ánh sáng ít nên loại thực vật ngập trong nước khó phát triển, loại thực vật nổi có rễ thường định cư ở đó (bèo).

Loại thực vật nhô khỏi mặt nước chỉ sống ở vùng ven bờ, nơi có độ sâu thường không quá 60 cm. Nếu bờ ao bị xói lở hoặc diện tích nước nông lớn thì loại thực vật này sẽ phát triển mạnh. Do có rễ nên loại này cũng sử dụng dinh dưỡng từ bùn, tức là phát triển thuận lợi trong các nguồn nước có hàm lượng dinh dưỡng tan thấp. Phơi ao nuôi sau khi thu hoạch hoặc tháo nước vào ao chậm sẽ thúc đẩy thực vật nhô khỏi mặt nước phát triển.

Trong các ao nhỏ cũng thường xuyên có mặt bèo và một số thực vật nổi có rễ. Do có kích thước lớn, chúng thường bị gió đánh giạt vào bờ, tích tụ lại ven bờ, ít gây ảnh hưởng xấu cho ao nuôi.

8.3. KIỂM SOÁT THỰC VẬT TRONG AO NUÔI

Sự có mặt của các loại thực vật trong ao nuôi hoàn toàn có thể chấp nhận miễn là mật độ không quá cao để có ảnh hưởng bất lợi đến hoạt động liên quan. Tuy nhiên rất khó dự đoán được chiều hướng phát triển của chúng, khi nhận biết được thì thường là chúng đã phát triển quá nhiều và cần tới giải pháp loại bỏ bớt. Biện pháp sử dụng các loại hoá chất diệt cỏ có tác dụng nhanh để diệt cỏ dại, khôi phục lại sự phát triển bình thường của tảo.

Mặc dù có hiệu quả cao nhưng hoá chất diệt cỏ cũng gây nhiều tác hại cho ao nuôi, tác động xấu đến môi trường nuôi sau thời gian cỏ dại chết. Hậu quả có khi còn lớn hơn cả nguyên nhân ban đầu nên cần cân nhắc thận trọng trước khi đưa ra và thực hiện giải pháp khắc phục cỏ dại.

Những nguyên tắc chủ yếu trình bày sau là cơ sở ban đầu để đưa ra phương án cần lựa chọn.

Thực vật chìm trong nước và nửa nổi nửa chìm phát triển ở các vùng nước nông nơi có nhiều ánh sáng ở trong nước. Giải pháp phòng ngừa là tạo ra các vùng nước có độ sâu ở ven bờ, vì sát bờ thường là vùng nước nông nhất, tạo ra một ao đủ sâu và khi tháo nước vào ao cần tiến hành nhanh. Trong trường hợp cùng phải cấp nước đồng thời cho nhiều ao thì nên tháo vào đầy từng ao một, sao cho từng ao càng đầy nhanh càng tốt để hạn chế các loại thực vật kể trên phát triển.

Sử dụng biện pháp bón phân thích hợp để thúc đẩy tảo phát triển là giải pháp hiệu quả nhất nhằm ngăn chặn sự phát triển của các loại cỏ dại do chúng cạnh tranh dinh dưỡng và ánh sáng với các loại này. Tuy nhiên cũng cần lưu ý rằng biện pháp bón phân thích hợp là biện pháp phòng ngừa hiện tượng cỏ dại chứ không phải là biện pháp giải quyết vấn đề cỏ dại đã tồn tại. Nếu trong ao đã có nhiều tảo lớn và thực vật ngập nước thì khi bón phân sẽ thúc đẩy chứ không phải là kìm hãm chúng phát triển.

Chất tạo màu không độc cũng có thể sử dụng để hạn chế thực vật ngập trong nước phát triển. Các chất màu này là các hợp chất hoá học có khả năng hấp thụ vùng ánh sáng có tác dụng quang hoá của thực vật. Khi sử dụng đúng liều lượng, nước có màu sẽ hạn chế được loại thực vật sống ở mức nước sâu hơn 0,75 m. Sử dụng màu cũng là biện pháp phòng ngừa, chỉ áp dụng trước khi cỏ dại phát triển, nó ít phát huy hiệu quả khi thảm thực vật ngập nước đã phát triển mạnh hoặc khi các váng tảo thân lớn đã hình thành trên mặt nước. Phương pháp sử dụng màu có tác dụng tốt đối với ao có mức nước sâu và độ màu được duy trì trong suốt thời gian phát triển của cỏ dại, nó sẽ ít phát huy tác dụng nếu tốc độ thay nước của ao là lớn.

Nhổ cỏ dại vùng ven bờ là biện pháp tuy vất vả nhưng rất an toàn cho môi trường nước, đồng thời cũng tạo ra môi trường không thuận lợi cho rắn trú ngụ. Nhổ cỏ bằng tay hay với các thiết bị cơ giới thường chỉ thực hiện được với các ao hồ nhỏ, ít áp dụng được với các ao nuôi công nghiệp. Nhổ cỏ dại chỉ có tác dụng tốt khi nhổ được cả rễ.

Kiểm soát cỏ dại có thể thực hiện bằng hai giải pháp chính: sinh học và hoá học.

8.4. KIỂM SOÁT CỎ DẠI BẰNG BIỆN PHÁP SINH HỌC

Biện pháp sinh học kiểm soát cỏ dại trong ao nuôi bao gồm sử dụng côn trùng, nấm, mầm bệnh thực vật, chim cá. Cá hay được sử dụng làm phương tiện diệt cỏ dại, các biện pháp khác thường tỏ ra ít tác dụng trong thực tiễn. Chỉ có một vài trường hợp là các biện pháp khác tỏ ra có hiệu quả, ví dụ sử dụng loại chim nước để khống chế cỏ dại trong ao nuôi nhỏ, sử dụng một cặp thiên nga có thể giữ sạch được 2 ha khỏi bị cỏ dại, sử dụng một số vịt, ngỗng có thể kiểm soát được bèo trong ao. Trâu bò cũng có thể dọn cỏ mọc ven bờ và cũng là một giải pháp tốt có thể áp dụng, tuy nhiên có nguy cơ làm sạt lở bờ ao và gây ra một số vấn đề về vệ sinh hay cảm quan.

Nhiều loại cá có tác dụng là giải pháp sinh học trong việc kiểm soát cỏ dại trong ao nuôi. Cá trắm cỏ, trắm trắng, cá chép, một số loại rô phi có khả năng dọn cỏ, kể cả tảo thân lớn. Một số loài cá ăn tảo trực tiếp như cá chép trắng, cá chép đầu to, một số loại rô phi, cá trích, cá mè được sử dụng để điều chỉnh mật độ tảo trong ao nuôi.

Cá trắm cỏ

Cá trắm cỏ được nuôi ở nhiều nơi trên thế giới, có nguồn gốc từ các nước Đông Á. Trắm cỏ có nhiều đặc tính phù hợp cho việc kiểm soát cỏ dại trong ao nuôi. Cá trắm cỏ lớn và nhỏ ăn các loại thực vật lớn nên ít tranh giành tảo và thức ăn tổng hợp với các loại cá khác. Cá trắm cỏ đẻ trứng trong dòng nước chảy nên không sinh sản trong ao hồ, thuận lợi cho việc kiểm soát mật độ nuôi. Khác với cá chép, khi ăn mồi, cá trắm cỏ không có tập tính làm vẩn đục bùn từ đáy ao. Cá trắm cỏ sống được trong điều kiện môi trường biến động rộng, vì vậy có thể sống trong các ao nước ngọt nuôi tạp. Cá trắm cỏ có thể sống được ở khoảng nhiệt độ 0 - 40°C, độ muối 0 - 10‰, mức chịu đựng tình trạng thiếu oxy ngang các loại cá nước ngọt khác, tốc độ lớn

nhanh, 2 – 5 kg/năm. Lượng thực vật cá trắm cỏ ăn rất lớn, gấp đôi khối lượng cơ thể chúng trong một ngày (tính theo khối lượng tươi). Lượng thức ăn tiêu thụ lớn nhất khi nhiệt độ nằm trong khoảng 25 - 32°C, dưới 12°C cá sẽ ngừng ăn.

Cá trắm cỏ thích ăn các loài thực vật ngập mọng nước như rong đuôi chó, thiếu trùng thủy sinh, cỏ thi, cỏ mọc đáy ao. Chúng cũng ăn bèo và rong xương cá. Chúng ít ưa những loại thực vật dạng sợi như cỏ, cây cò nển, cỏ lác, cây bấc, chúng không ăn loại này nếu các loại thức ăn khác không thiếu. Việc chúng có sử dụng các loại tảo thân lớn làm thức ăn hay không là vấn đề chưa rõ nhưng chắc chắn chúng ít ưa hơn loại cây mọng nước.

Mật độ nuôi thả cá trắm cỏ trước hết phụ thuộc vào mức độ cần dọn sạch cỏ dại trong ao nuôi. Để phòng ngừa cỏ dại phát triển trong các ao hồ ban đầu chưa có cỏ thì chỉ thả 10 - 20 con nhỏ (20 – 30 cm) trên một ha ao. Với các ao có nhiều cỏ dại có thể thả 40 - 60 con/ha hoặc nhiều hơn. Cần chú ý là kể từ khi thả cá trắm đến khi đạt hiệu quả trừ cỏ dại phải mất thời gian cả năm, vì vậy cá trắm cỏ chỉ là biện pháp phòng ngừa chứ không phải là chữa chạy, cần thực hiện trước khi cỏ dại đã trở thành vấn đề cần phải giải quyết.

Ở một số nơi việc sử dụng cá trắm cỏ để kiểm soát cỏ dại trong ao nuôi là không được phép, đặc biệt không được để xổng chúng ra các vùng nước tự nhiên, tức là ngăn cản sự lan rộng của chúng ra môi trường.

Cá chép

Cá chép hạn chế cỏ dại phát triển vì chúng ăn trực tiếp và khuấy trộn bùn đáy gây đục nước, hạn chế ánh sáng trong nước. Khuấy đục nước do bùn đáy phần lớn không có lợi cho ao nuôi vì hạn chế tất cả các loài thực vật khác phát triển, kể cả các loại vi tảo. Cá chép có thể sinh sản trong các ao hồ nước lợ nên chúng sẽ trở thành thành viên luôn có mặt trong các ao nuôi thu hoạch theo kiểu không tát cạn. Đặc điểm này hạn chế việc sử dụng cá chép để diệt cỏ dại. Nếu thả với mục đích diệt cỏ, mật độ nuôi thả là 150 đến 400 con/ha hoặc hơn.

Cá rô phi

Cá rô phi lớn, bé thuộc năm loại hay nuôi đều ăn tảo thân lớn và thực vật ngập nước, chúng ăn rất khoẻ nên hiệu quả diệt cỏ rất tốt. Tốc độ sinh sản của chúng nhanh (không kể loại rô phi đơn tính) vì vậy nên sẽ cạnh tranh các điều kiện sống của các loài nuôi khác về thức ăn, oxy hoà tan. Mặt khác khi đánh bắt cũng không dễ tách các loại cá bé riêng được. Cá rô phi ít chịu được lạnh vì vậy nên phải thả liên tục theo mùa ở những nơi có khí hậu lạnh. Đặc điểm này đôi khi được tận dụng khi không có nhu cầu thả tiếp ở các mùa sau.

8.5. KIỂM SOÁT CỎ DẠI BẰNG BIỆN PHÁP HOÁ HỌC

Sử dụng hoá chất để kiểm soát cỏ dại là biện pháp nhanh và có hiệu quả nhất nhằm khắc phục tình trạng quá tải cỏ dại trong ao nuôi. Hoá chất diệt cỏ nên sử dụng khi cần loại trừ cỏ dại để thúc đẩy tảo phát triển, ví dụ cần hạn chế loại thực vật ngập nước phát triển do chúng cạnh tranh dinh dưỡng với tảo. Chất diệt cỏ sẽ loại bỏ loại thực vật sống trong nước, tiếp tục bón phân theo chu kỳ nhất định để thúc đẩy tảo phát triển, khi tảo phát triển đủ mạnh sẽ hạn chế sự phát triển của cỏ dại. Nếu tảo không đủ khả năng ức chế cỏ dại thì chúng lại phục hồi khi nồng độ chất diệt cỏ thấp không còn đủ tác dụng. Nói cách khác là tạo ra một môi trường thích hợp cho một loại thực vật trở nên chiếm ưu thế. Để có được hiệu quả lâu dài thì việc sử dụng chất diệt cỏ cần phải thực hiện nhiều lần lặp lại. Đó là phương pháp đất, làm tổn hại đến sự phát triển của tảo và ảnh hưởng tới năng suất vật nuôi.

Có rất nhiều loại hoá chất đã từng được sử dụng để kiểm soát cỏ dại, tuy vậy ở phần lớn các quốc gia chỉ có một số rất ít hoá chất được phép sử dụng chính thức trong môi trường nước có liên quan đến nuôi trồng thủy sản và còn ít loại hơn nữa được phép sử dụng trong các ao hồ nuôi thủy sản. Ví dụ ở Mỹ, danh mục hoá chất diệt cỏ được phép sử dụng đối với ao nuôi là bảy loại cơ bản (và các phối trộn từ chúng), quy định này có hiệu lực từ 1997. Trong rất nhiều trường hợp

việc không đưa vào danh sách cho phép không đồng nghĩa với việc hoá chất đó độc hại đối với môi trường, vật nuôi hay con người. Lý do đơn giản hơn là các nhà nuôi trồng thủy sản là khách hàng nhỏ của thị trường chất diệt cỏ, các công ty sản xuất loại hoá chất trên không thể bỏ ra chi phí lớn để thu thập chứng cứ về tính độc hay không độc đối với sản xuất thủy sản. Tuy vậy một số hoá chất là độc thật sự đối với thủy động vật và lây độc sang người sử dụng khi dùng các sản phẩm lây nhiễm chất độc này. Vì lý do đó chỉ nên sử dụng các loại hoá chất được đóng mác nhãn cho phép sử dụng đối với nuôi trồng thủy sản.

Không kể những quy định đặc thù đối với chất diệt cỏ trên cơ sở đồng và methylamin, các loại chất diệt cỏ cho phép sử dụng ở Mỹ có độc tính rất thấp đối với hầu hết các loại thủy động vật, khi sử dụng với liều lượng khuyến cáo sẽ rất hiếm khi gây độc trực tiếp. Tuy vậy khi sử dụng chất diệt cỏ trong ao nuôi rất có thể dẫn đến rủi ro do các độc tố thực vật có thể gây ra các biến cố bất lợi về môi trường và qua đó gây hại cho động vật thủy sinh. Ví dụ sau khi cỏ dại chết sẽ dẫn đến thiếu hụt oxy trong nước. Cỏ chết bị phân hủy sinh ra lượng lớn khí CO_2 , amoniac và từ đó sinh ra nitrit sau một thời gian. Mức độ gây hại phụ thuộc vào lượng cỏ chết, lượng thực vật không bị tác động, tốc độ phân hủy, nhiệt độ môi trường cùng các yếu tố liên quan khác. Rất dễ nhận biết là mức độ gây hại sẽ cao khi mật độ cỏ dại lớn, nhiệt độ môi trường cao vì khi đó cỏ chết phân hủy với tốc độ lớn, oxy trong nước ít. Trong điều kiện đó không nên diệt cỏ dại bằng hoá chất diệt cỏ, nếu thật sự không thể tránh được thì nên chia nhỏ ao nuôi thành hai hoặc ba phần và chỉ xử lý từng phần ao một mà thôi, xử lý phần ao khác sau một vài ngày. Với cách làm đó sẽ hạn chế được sự hao hụt oxy trong ao nuôi.

Thiếu oxy trong ao nuôi đặc biệt có hại đối với loại cá bé, chúng ít khả năng chịu đựng tình trạng thiếu oxy.

Phần sau sẽ trình bày bảy loại hoá chất diệt cỏ cơ bản cho phép sử dụng tại Mỹ. Khi sử dụng các loại hoá chất trên cao hơn liều lượng hoặc dày hơn về số lần sử dụng theo khuyến cáo của các nhà sản

xuất ghi trên mác nhãn có thể gây ra những hậu quả không mong đợi đối với vật nuôi và môi trường nước, bùn đáy của ao, vì vậy khi sử dụng nên tuân thủ hướng dẫn của nhà sản xuất.

Đồng sunfat

Đồng sunfat có công thức hóa học $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, đôi khi còn gọi là đá xanh, được sử dụng để kiểm soát tảo và tảo sợi thân lớn. Liều lượng đồng sunfat dùng để diệt các loại thực vật khác có thể gây độc đối với cá và các loại thủy động vật khác. Đồng cũng là nguyên tố vi lượng cần cho thực vật phát triển. Tiếp xúc với liều lượng đồng cao sẽ ức chế thực vật phát triển hoặc giết chết thực vật do phá hủy chức năng của tế bào đảm nhận các quá trình quang hợp, hô hấp, tổng hợp chlorophyl và phân chia tế bào của thực vật.

Liều lượng đồng khuyến cáo sử dụng để kiểm soát tảo nằm trong một khoảng khá rộng, từ 0,06 mg/l Cu (0,25 mg/l theo $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) đến trên 0,5 mg/l Cu (2 mg/l theo $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), phụ thuộc vào loại tảo và các yếu tố tồn tại trong nước tại thời điểm tiến hành. Tảo lam dễ bị tác động bởi đồng hơn là loại tảo lục và tảo cát là kết quả của một số nghiên cứu, tuy vậy nếu tổng quát hoá kết luận trên thì cần phải hết sức thận trọng vì từng loại trong một họ tảo có tính chịu đựng khác nhau.

Các yếu tố môi trường có ảnh hưởng lớn đến độc tính của đồng đối với động, thực vật. Ion đồng Cu^{2+} tự do là yếu tố gây độc chính đối với cả tảo và thủy động vật và vì vậy các yếu tố ảnh hưởng tới nồng độ của ion đồng tự do trong nước cũng như các yếu tố tương tác theo một phương thức nào đó đối với ion đồng đều ảnh hưởng đến độc tính của đồng. Các yếu tố chính ảnh hưởng đến độc tố của đồng gồm pH, độ kiềm, độ cứng, các chất hữu cơ tan và không tan trong nước. Nhìn chung nếu các thành phần trên có hàm lượng cao thì độc tính của đồng đối với tảo và thủy động vật giảm.

Sử dụng đồng sunfat làm chất diệt cỏ luôn kèm theo một số nguy cơ: Các yếu tố môi trường hạn chế tác dụng diệt cỏ của đồng sunfat

hoặc làm tăng tính độc đối với đối tượng không cần xử lý (ví dụ tôm, cá), tức là phát huy độc tính không đúng chỗ.

Trong tài liệu khuyến cáo hay hướng dẫn sử dụng, các nhà sản xuất biết rõ các yếu tố ảnh hưởng đến độc tính của đồng sunfat, nhưng những chỉ dẫn thường không cụ thể, ví dụ với những lời cảnh báo như: Độc tính đối với cá tăng khi nước mềm hoặc cần dùng liều lượng lớn để diệt tảo khi nước cứng.

Để khắc phục ở chừng mực nào đó, người ta đưa ra một công thức tính liều lượng đồng sunfat phụ thuộc vào độ kiềm của nước:

$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \text{ (mg/l)} = \text{độ kiềm tổng (mg/l CaCO}_3\text{)}/100$$

Công thức trên chỉ đề cập đến duy nhất yếu tố kiềm, không quan tâm được đến các yếu tố khác như độ cứng, chất hữu cơ, vì vậy giá trị ứng dụng cũng hạn chế.

Sau khi xử lý, đồng tan trong nước sẽ giảm nhanh và lắng xuống đáy theo các phương thức sau: Lắng dưới dạng oxit hay hydroxit không tan, bám (hấp phụ) trên các hạt sét, mảnh hữu cơ và cùng lắng, bị hấp thu trong cơ thể thực vật, vi sinh và lắng khi chúng chết, bị bùn hấp phụ trực tiếp.

Ví dụ khi bón với liều lượng 4 kg/ha cho ao nuôi người ta xác định được: 95% hoà tan ở lớp nước không sâu quá 1,75 m, phần lớn đồng biến mất sau 1 giờ, nồng độ đồng trở về trạng thái ban đầu (chưa xử lý) trong thời gian 24 giờ.

Bón đồng sunfat cho ao nuôi có thể thực hiện như sau: Cân một lượng đồng sunfat khô cần thiết cho vào túi vải thô, buộc vào đuôi thuyền, thuyền chạy kéo theo túi, đồng sunfat sẽ hoà tan vào nước. Cũng có thể tiến hành theo cách khác: Cho hoá chất vào các túi nhỏ, thả nổi trên mặt nước, hoá chất tan dần vào nước. Trừ trường hợp có sóng mạnh hay dòng chảy lớn, phương pháp này tỏ ra không chắc chắn rằng liệu hoá chất có được phân tán đều hay không, hay là quá cao ở khu vực xung quanh túi chứa.

Thao tác thực hiện khác là hoà tan đồng sunfat vào nước rồi phun lên mặt nước. Với mục tiêu diệt các thảm cỏ dại ở đáy ao hoặc các thảm tảo sợi thân lớn ở lớp đáy có thể bón thẳng đồng sunfat dạng khô vào nước, các hạt sẽ lắng xuống đáy, tan dần và phát huy tác dụng diệt cỏ dại. Phương pháp sử dụng hoá chất khô sẽ ít hiệu quả với mục tiêu là diệt tảo.

Phức chất đồng

Phức chất đồng là hợp chất của đồng ở dạng phức chất, trong đó đồng liên kết với các hợp chất hữu cơ, vô cơ tạo ra một hợp chất hoá học hoàn chỉnh về mặt cấu trúc phân tử.

Chất diệt cỏ thuộc họ phức chất đồng thương phẩm có cả dạng rắn và lỏng, loại lỏng thông dụng hơn.

Đồng trong thuốc diệt cỏ tạo phức với chất hữu cơ, ví dụ với ethanolin, vì ở dạng phức chất nên đồng không dễ bị lắng ngay cả ở pH cao, điều dễ xảy ra đối với đồng sunfat. Phức chất đồng được sử dụng để diệt tảo và tảo sợi, loại sống lơ lửng trong nước. Nó có thể được phối trộn thêm với các chất diệt cỏ khác (dùng cho ao nuôi) để tăng cường hiệu quả kiểm soát tảo sợi thân lớn, hoặc mở rộng khả năng diệt các loại cỏ chìm trong nước.

Phức chất đồng có hiệu quả diệt cỏ cao hơn đồng sunfat ở trong nước có pH và độ kiềm cao, ít độc hơn đối với vật nuôi trong nguồn nước có pH và độ kiềm thấp. Điều đó đồng nghĩa với nồng độ của đồng tan trong nước cao hơn khi sử dụng phức chất đồng làm chất diệt cỏ so với đồng sunfat.

So sánh hiệu quả diệt cỏ của phức đồng với đồng sunfat cho thấy: với liều lượng sử dụng là 0,5 mgCu/l, cả hai loại hoá chất trên đều có tác dụng ức chế hoàn toàn với tảo đơn bào lục mà không phụ thuộc vào độ kiềm và độ cứng của nước. Tác dụng ức chế tảo quan sát được ngay cả với nồng độ 0,1 mgCu/l đối với cả hai loại hoá chất trên. Lý do của hiện tượng trên là, mặc dù có nồng độ đồng tan cao hơn khi sử dụng phức đồng nhưng đồng nằm ở dạng chất hữu cơ ít độc hơn đối

với tảo, phần có tác dụng là đồng ion tự do và đồng ion kết hợp với gốc vô cơ (ví dụ CaCO_3). Tỷ lệ của đồng trong phức hữu cơ, liên kết với gốc vô cơ hay ion đồng tự do bị chi phối bởi cân bằng của quá trình thủy phân. Kết quả trên cho phép nhận xét là thành phần gây độc tính (có hiệu quả) là ion đồng, Cu^{2+} không phụ thuộc vào dạng hoá chất mà đồng tồn tại trong đó. Tuy nhiên, cân bằng không xảy ra tức thời (để đạt tới một tỷ lệ ổn định giữa các dạng tồn tại của đồng trong nước) nên nồng độ của ion đồng tự do trong nước thường cao tại thời điểm ngay sau khi xử lý và tỷ lệ thuận với liều lượng sử dụng. Khi sử dụng đồng sunfat, nồng độ Cu^{2+} tạm thời cao hơn mức cân bằng so với khi sử dụng phức đồng, vì vậy có thể đạt hiệu quả cao hơn.

Đồng có nguồn gốc từ đồng sunfat lắng nhanh hơn 1,5 lần so với đồng có nguồn gốc từ phức đồng.

So sánh hai loại hoá chất diệt cỏ chứa đồng cho thấy tính năng trội hơn của phức đồng thể hiện ở hai điểm: với cùng liều lượng sử dụng tính theo đồng thì phức đồng cho lượng đồng hoà tan trong nước lớn hơn và tác dụng dài hơn. Tuy vậy khi sử dụng cho ao hồ nuôi với mục đích diệt tảo thì ưu điểm kể trên liệu có bù lại được về mặt giá thành không vì phức đồng có giá cao hơn hẳn so với đồng sunfat. Người ta thường hay sử dụng sản phẩm rẻ tiền và hiệu quả cuối cùng cũng không kém phức đồng. Tác dụng diệt tảo thân lớn và các loại cỏ dại khác của hai hoá chất trên chưa được so sánh và khẳng định.

Ưu thế khác của phức đồng được nêu ra là độc tính thấp đối với cá ở trong nước mềm. Điều khẳng định trên cũng khá mỏng manh, chỉ đúng được với loại nước rất nghèo khoáng và pH thấp. Ví dụ khi nghiên cứu độc tính của hai loại hoá chất trên đối với cá da trơn cho thấy: Đồng phức chất ít độc chỉ khi pH, độ kiềm, độ cứng của nước nằm trong vùng trung bình đến cao, cả hai loại hoá chất diệt cỏ có nguồn gốc đồng đối với các nguồn nước có độ khoáng (độ muối, độ dẫn điện của nước) thấp.

Khuyến cáo về liều lượng sử dụng đối với phức đồng của các nhà sản xuất là 0,2 - 0,5 mgCu/l phụ thuộc vào dạng tảo cần kiểm soát.

Hoá chất trên thường được pha loãng, dùng phun tay hay phun bằng máy lên mặt nước.

Diquat

Diquat là chất diệt cỏ tác dụng nhanh, diệt được nhiều loài cỏ dại, được sử dụng trong ao hồ nuôi để kiểm soát tảo thân lớn, thực vật ngập trong nước và cả thực vật nửa chìm nửa nổi. Cơ chế tác dụng của diquat là thâm nhập vào tế bào thực vật, tiến hành phản ứng khử tạo ra các chất oxy hoá mạnh có tác dụng phá hủy tế bào thực vật. Quá trình quang hoá của thực vật cung cấp năng lượng cho phản ứng khử diquat và oxy hoá phân tử cho quá trình oxy hoá, vì vậy hiệu quả diệt cỏ của diquat được tăng cường dưới điều kiện có ánh sáng.

Diquat là dạng chất lỏng tan trong nước, khi dùng nó được pha loãng với nước và phun lên mặt nước hoặc phun sâu vào lớp nước để diệt tảo sợi thân lớn. Sử dụng để diệt các vầng tảo trên mặt nước khó khăn hơn vì hoá chất này khó thâm nhập sâu vào thẳm tảo nên nó chỉ có tác dụng đối với các lớp tảo bên ngoài, khi đó việc xử lý cần được lặp lại nhiều lần. Phun thuốc lên bề mặt hoặc sâu dưới lớp nước cũng có tác dụng diệt thực vật ngập trong nước. Phối trộn diquat với đồng phức chất cho hiệu quả diệt tảo thân lớn và thực vật ngập trong nước tốt hơn so với sử dụng diquat đơn lẻ. Để diệt các loại thực vật nửa chìm nửa nổi, pha loãng diquat 20 - 100 lần và trộn thêm với chất hoạt động bề mặt trung tính thích hợp và phun lên lá. Chất diệt cỏ diquat có khả năng lan truyền kém trên thân thực vật nên khi sử dụng có thể chỉ diệt được phần ngọn, phần thân dưới và rễ ít bị ảnh hưởng nên cỏ có thể sống lại.

Diquat tích điện dương nên hấp phụ rất tốt trên các hạt sét và các mảnh vụn hữu cơ, vì vậy tác dụng diệt cỏ giảm mạnh trong nguồn nước có độ đục cao hoặc các loại thực vật có nhiều bùn bám vào. Diquat không tồn tại lâu trong ao nuôi, thường không quá vài ngày vì nó bị bùn đáy hấp phụ.

Độc tính của diquat đối với thủy động vật thấp, liều 96h LC 50 đối với cá cao hơn 20 mg/l, với động vật hai kiểu chân (chân bò và chân bơi như ếch nhái) là trên 100 mg/l.

Endohall

Cơ chế tác dụng gây độc của endohall đối với thực vật chưa được biết chính xác nhưng hiệu quả diệt cỏ của nó rất nhanh, thuộc loại hoá chất tiếp xúc. Endohall có tính năng sinh hủy nhanh, ít độc tính đối với động vật, trong trường hợp nếu có thì độc tính cũng chỉ kéo dài ít ngày.

Endohall có hai dạng: Muối dikali hay Dimethylalkylamin. Muối dikali của endohall có thể là dạng lỏng huyền phù hay dạng hạt, không có tác dụng diệt cỏ, diệt được nhiều loại thực vật ngập nước. Dikali endohall có độc tính thấp đối với thủy động vật, liều 96h LC50 đối với cá nước ngọt cao hơn 100 mg/l.

Methylalkylamin endohall là dạng lỏng, khả năng diệt cỏ cao hơn dạng muối kali nên có thể diệt được cả cỏ thân lớn và nhiều loại thực vật ngập nước. Methylalkylamin endohall rất độc đối với thủy động vật: cá, tôm, nhuyễn thể, côn trùng nước. Chúng có thể chết với liều lượng 0,2 mg/l. Vì lý do đó cần có biện pháp phòng ngừa thích hợp khi sử dụng nó để diệt cỏ, cách tốt nhất là chỉ nên xử lý một phần diện tích ao tại một thời điểm giúp cho tôm cá có thể tránh vào vùng ao chưa xử lý.

Fluridon

Fluridon là chất diệt cỏ có hoạt tính sinh học rất cao trong môi trường nước, vì vậy nên liều lượng sử dụng thấp, thường thấp hơn 0,1 mg/l. Fluridon không có khả năng diệt cỏ và cỏ sợi thân lớn nhưng diệt được rất nhiều loại thực vật chìm trong nước, bèo và một số loại thực vật nửa chìm nửa nổi. Hoá chất thấm vào thực vật qua thân và lá từ nước và từ bùn qua rễ cây.

Tác dụng của fluridon là ngăn cản quá trình tổng hợp carotenoid, là loại pigment thứ cấp của thực vật có tác dụng bảo vệ chlorophyll

và màng lipit khỏi bị oxy hoá do ánh sáng. Khi vắng mặt carotenoid, màng thực vật bị phân hủy theo thời gian và dẫn đến thực vật bị chết.

Fluridon là dạng huyền phù trong nước hoặc dạng hạt. Khi sử dụng, dạng lỏng được pha đủ loãng với nước để có thể phun đều lên mặt nước. Dạng rắn có thể vãi đều lên bề mặt ao bằng các phương tiện thích hợp. Fluridon là chất diệt cỏ có độ tin cậy cao nhưng hiệu quả diệt cỏ chậm vì vậy khi bón, thời gian chờ đợi trông thấy hiệu quả có thể mất vài tuần. Dấu hiệu tác dụng ban đầu là xuất hiện các đốm trắng hoặc màu gạch non trên thực vật và có thể tới 3 tháng sau thực vật mới chết. Vì tác dụng chậm nên có thể bón fluridon cho toàn bộ ao, nếu chỉ bón cho một phần ao thì hoá chất sẽ phân tán rộng ra, loãng, hiệu quả giảm. Lợi thế quan trọng khác của fluridon do tính tác dụng chậm là ít gây bất lợi về môi trường nước do thực vật không chết nhanh hàng loạt.

Chất diệt cỏ khá bền trong môi trường nước nên tác dụng khá dài, có thể kéo dài hơn một tháng. Tác dụng của dạng hạt có thể kéo dài tới ba tháng do chúng tan chậm, tiết ra từ bùn.

Fluridon có độc tính thuộc loại trung bình đối với động vật thủy sinh với liều 96-h LC50 nằm trong khoảng 5 – 20 mg/l đối với cá và 2 đến trên 10 mg/l đối với nhuyễn thể và côn trùng. Tuy nhiên mức độ gây độc thường cao hơn rất nhiều so với liều lượng sử dụng được khuyến cáo.

2,4 - D

2,4-D được pha chế theo nhiều đơn, được sử dụng để kiểm soát nhiều loại thực vật chìm, thực vật nổi và loại nửa chìm nửa nổi. Nó không có tác dụng diệt tảo và tảo sợi thân lớn. Cơ chế tác dụng diệt cỏ của 2,4-D chưa được biết tường tận, nhưng nó gây ra sự phân chia tế bào và phát triển không bình thường, nhất là ở các mầm non. Hiệu quả ban đầu có thể quan sát được khi sử dụng 2,4-D sau vài ngày và với các loại thực vật chịu tác dụng thì chết sau 2 - 3 tuần. 2,4-D có khả năng dẫn truyền trong cơ thể thực vật vì thế nó phá hủy cả thân, lá, rễ cây hạn chế khả năng tái phát triển của thực vật.

2,4-D dạng lỏng dùng cho ao nuôi là dạng isooctyl ester của axit 2,4-D hoặc là muối của dimethylamin. Dạng lỏng hay được sử dụng để kiểm soát thực vật nổi và thực vật nửa chìm nửa nổi. Hoá chất được pha loãng với nước và phun ướt đều lên lá. Cần phải hết sức cẩn thận khi sử dụng 2,4-D, vì sẽ gây hại cho loại thực vật không cần diệt khi chúng bị dính thuốc. Thuốc 2,4-D dạng ester có độ bay hơi cao hơn dạng muối nên cần có biện pháp phòng ngừa sự gây hại cho cây cối bên cạnh vì nó có thể bốc hơi từ lá cây bị xử lý, lan sang vùng xung quanh.

2,4-D isooctyl và butoxyethyl ester cũng được sản xuất dưới dạng rắn để xử lý cỏ dại ngập trong nước. Loại này phải được bón rất đều lên vùng nước cần xử lý thì mới có hiệu quả cao.

2,4-D và rất nhiều dẫn xuất của nó bị phân hủy vi sinh rất nhanh và giảm nhanh trong nước. Không những bị vi sinh vật phân hủy mà nó còn bị phân hủy do quá trình thủy phân và quang phân. Nồng độ của 2,4-D thường giảm đến mức không thể phát hiện trong vòng ít ngày.

Muối dimethylamin của 2,4-D có độc tính thấp đối với thủy động vật, liều 96-h LC50 đối với cá và loại chân hai chức năng là trên 100 mg/l. 2,4-D dạng ester có độc tính cao hơn, với 96-h LC50 nằm trong khoảng 0,5 -10 mg/l. Dưới điều kiện bình thường, 2,4-D isooctyl hoặc butoxyethyl ester cũng không gây độc nếu sử dụng đúng. 2,4-D dạng lỏng khi phun lên lá thực vật thì chỉ một lượng rất nhỏ tan vào nước nên nồng độ của nó ở trong nước thấp. Khi dùng dạng hạt để kiểm soát cỏ dại ngập trong nước thì cũng không gây độc nếu sử dụng đúng liều lượng chỉ dẫn vì các dạng này ít độc hơn nhiều so với dạng lỏng.

Glyphosate

Glyphosate được sử dụng để diệt cỏ dại nửa chìm nửa nổi và cỏ dại mọc ở ven bờ, không có tác dụng đối với tảo và loại thực vật ngập nước. Tác dụng của nó là gây nhiễu loạn quá trình tổng hợp axit amin thơm và đôi khi dẫn đến cái chết của thực vật.

Hoá chất này có khả năng lan truyền khắp cơ thể thực vật kể cả các phần dưới nên có thể hạn chế thực vật tái phát triển.

Glyphosate là loại chất lỏng tan trong nước, khi sử dụng cần pha loãng đến nồng độ 0,5 - 2,0%. Vì phun vào lá nên dung dịch phun cần được trộn thêm với chất hoạt động bề mặt (để bám tốt hơn), sử dụng chất hoạt động bề mặt tốt với hàm lượng cao, tăng đáng kể hiệu quả xử lý. Dung dịch pha được phun ướt đều lên lá, không nên thành các giọt to bị trôi mất. Kết quả không nhận biết được trước 7 - 10 ngày, hiệu quả chỉ có được sau khoảng 3 tuần kể từ khi phun thuốc.

Vì glyphosate chỉ sử dụng để diệt cỏ ven bờ và loại nửa chìm nửa nổi nên lượng hoá chất thâm nhập vào nước chỉ là lượng rơi vãi, vì vậy nồng độ của nó trong nước thấp. Glyphosate cũng dễ bị các hạt sét và mảnh vụn hữu cơ hấp phụ nên chúng cũng dễ bị lắng nhanh xuống dưới bùn ao.

Độc tính của glyphosate đối với thủy động vật ở mức trung bình, liều 96-h LC50 đối với cá nước ngọt, nhuyễn thể và côn trùng nước nằm trong khoảng 3 - 100 mg/l. Tuy vậy nguy cơ nhiễm độc của thủy động vật đối với glyphosate không cao nếu sử dụng đúng cách và đúng liều lượng theo hướng dẫn.

8.6. KIỂM SOÁT TẢO TRONG AO HỒ NUÔI

Trong các phần trước đã tập trung trình bày vấn đề thúc đẩy tảo trong ao hồ phát triển cũng như hạn chế sự phát triển của các loài tảo có hại.

Tảo trong hồ nuôi sẽ trở thành đối tượng “cỏ dại” nếu chúng phát triển đến mức độ cao hoặc có mặt các loại tảo phát sinh mùi và các độc tố cho môi trường nuôi. Quản lý được mật độ tảo và các loại tảo gây độc là các hoạt động quan trọng đối với ao hồ nuôi thủy sản.

Biện pháp quản lý tảo trong thực tế có hiệu quả kinh tế và đáng tin cậy hơn cả là biện pháp bón phân thích hợp. Mục đích của bón phân là tăng sản lượng tảo cho ao nuôi và qua đó tăng năng suất vật

nuôi. Mật độ tảo trong ao nuôi luôn ở mức cao là điều chứng tỏ đã bón quá nhiều phân, vừa thiệt hại về kinh tế vừa tác động xấu đến sinh thái của môi trường nuôi chính là hậu quả. Khi đó giải pháp thích hợp là giảm lượng phân bón.

Với các ao bón phân việc điều chỉnh mật độ tảo có thể thực hiện thông qua việc giảm lượng phân bón. Với các ao nuôi thâm canh, sử dụng thức ăn tổng hợp thì tảo phát triển chính nhờ nguồn dinh dưỡng từ thức ăn và chất bài tiết của thủy động vật, thức ăn khi đó không đóng vai trò tác nhân trực tiếp để tảo phát triển mạnh. Để tăng năng suất vật nuôi, lượng thức ăn sử dụng thường lớn và vì vậy tảo được “ăn theo” phát triển mạnh, đặc biệt là loại tảo lam, loại thường gây hại. Đến khi đó các nhà sản xuất bắt đầu áp dụng các biện pháp để giải quyết hậu quả: sử dụng hoá chất, sử dụng các biện pháp cơ khí, sinh học để điều chỉnh mật độ và các loại tảo có hại. Các giải pháp áp dụng thường ít mang lại hiệu quả.

Phần tiếp sau sẽ trình bày các giải pháp quản lý tảo trong ao nuôi.

Sử dụng hoá chất diệt tảo

Hoá chất diệt tảo được sử dụng nhằm giảm bớt mật độ của tảo một cách tổng thể (diệt tất cả không phân biệt loài nào). Nguyên tắc của phương án này là: Tảo quá nhiều gây chất lượng môi trường xấu, muốn cải thiện chất lượng môi trường thì cần diệt bớt tảo. Trong thực tế phương pháp diệt cỏ mang lại những hậu quả theo sau nó. Khi diệt bớt tảo bằng hoá chất thường gây ra môi trường nước xấu so với lúc trước đó và thường làm giảm năng suất vật nuôi, trái với mục đích ban đầu đặt ra. Cũng để giảm mật độ tảo nhưng thực hiện theo phương pháp thay bớt nước, giảm một phần tảo (trôi theo nước) thì có thể đạt mục tiêu là giảm tảo và cải thiện được môi trường nuôi. Ví dụ sau đây chỉ rõ tác hại của việc sử dụng chất diệt tảo.

Chất diệt tảo simazine là chất có hoạt lực cao và bền được cho phép sử dụng làm chất diệt tảo ở Mỹ. Trong lần đánh giá hiệu quả diệt tảo cho ao nuôi cá da trơn, lần đầu sử dụng liều lượng 0,8 mg/l

vào mùa xuân và hai lần tiếp sau vào giữa và cuối mùa hè với liều lượng 0,25 mg/l. Xử lý bằng simazine làm giảm rất nhanh mật độ tảo. Thời gian bán phân hủy của simazine là 14 ngày, tương ứng với giảm 35% nồng độ trong thời gian 7 ngày. Cho tới tận đầu tháng 6 không quan sát được sự tái phát triển của tảo khi mà nồng độ của simazine còn dư là khoảng 0,25 mg/l, cho đến tháng 8, 9 thì tảo bắt đầu phát triển trở lại.

Tình trạng oxy trong nước xấu đi sau khi sử dụng simazine: Nồng độ trung bình của oxy đo sau rạng đông 1 - 2 giờ không bao giờ đạt được trên 80% và dưới 50% vào mùa nuôi. So sánh với ao không sử dụng hoá chất diệt tảo thì nồng độ oxy đo vào cùng thời điểm thì không bao giờ thấp hơn 80% và ao nuôi không bị đe dọa do tình trạng thiếu oxy. Do thiếu oxy trong ao xử lý với simazine, cá trở nên lười ăn trong một đến hai tuần sau xử lý. Tệ hại hơn, vào buổi sáng sau lần xử lý với simazine vào cuối tháng 6, một phần ba cá trong ao bị chết do thiếu oxy, để cứu vãn người ta phải tiến hành biện pháp sục khí. Sản lượng cá thu hoạch trong ao xử lý với simazine là 2107 kg/ha, trong khi ở ao đối chứng không xử lý là 2643 kg/ha.

Ví dụ thứ hai về sử dụng simazine. Simazine được bón vào đáy ao nền đất với liều lượng 13,44 kg/ha trước khi tháo nước một ngày vào ao. Nồng độ simazine giữ ở mức 0,2 mg/l trong thời gian 4 tháng. Do duy trì một nồng độ khá cao của simazine nên tảo phát triển kém và kéo theo nó là lượng oxy hoà tan trong ao thấp hơn so với ao đối chứng không sử dụng simazine. Sản lượng cá da trơn thu được trong ao xử lý với simazine là 2832 kg/ha so với 3495 kg/ha trong ao không xử lý.

Trong cả hai trường hợp nêu trên sản lượng cá giảm khoảng 20% khi sử dụng simazine để kiểm soát tảo. Cá da trơn được nuôi đầy đủ bằng thức ăn tổng hợp theo khẩu phần nhằm thúc đẩy tăng sản lượng vì vậy không thể nghĩ đến nguyên nhân là thiếu thức ăn từ nguồn tự nhiên do xử lý với chất diệt tảo. Nguyên nhân của việc giảm năng suất nuôi ở ao có xử lý với simazine là do chất lượng nước nuôi xấu, đặc biệt là do tình trạng thiếu oxy gây ức chế cho cá, làm chúng lười ăn, chậm lớn.

Tác hại của việc sử dụng simazine dài hạn để cải thiện môi trường nuôi là do ảnh hưởng không thuận lợi đến quá trình trao đổi chất của động vật mà nguyên nhân chính là do thiếu oxy. Muốn khống chế được mật độ tảo trong ao cần phải duy trì một mức nồng độ tối thiểu của simazine, thấp hơn mức đó tảo phát triển trở lại. Với mức nồng độ duy trì, quá trình quang hợp tính theo đơn vị khối lượng của tảo giảm trong khi quá trình hô hấp hầu như không bị tác động, do đó quá trình sản sinh ra oxy giảm theo dẫn đến thiếu oxy cho động vật hô hấp. Khi hô hấp kém, thủy động vật rất ít hoạt động, lười ăn, chậm lớn.

Chất diệt tảo có nguồn gốc tự nhiên

Người ta quan sát thấy khi đưa rơm rạ, cỏ khô hay một số loại lá cây vào nước sẽ hạn chế tảo phát triển. Quan sát trên gây hứng thú cho việc tìm tòi và sử dụng các vật liệu hữu cơ để kiểm soát tảo. Nghiên cứu ở nước Anh cho thấy, sử dụng rơm đã phân hủy của lúa mạch với liều lượng 3 g/m³ nước làm giảm đáng kể mật độ tảo. Sự có mặt của rơm lúa mạch hạn chế tất cả các loại tảo phát triển nhưng loại tảo lam bị tác động mạnh nhất.

Người ta tìm hiểu nguyên nhân tác dụng ức chế tảo của vật liệu hữu cơ phân hủy và đưa ra một số nguyên nhân sau:

Dinh dưỡng (N, P) được tiêu thụ do vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ, nguồn carbon từ vật liệu hữu cơ rất lớn đủ để cho vi sinh vật phân hủy. Khi phân hủy vi sinh vật sinh sôi nhiều cần đến dinh dưỡng N, P, chúng cạnh tranh nguồn dinh dưỡng với tảo.

Chất hữu cơ trong nước thúc đẩy động vật phù du phát triển, chúng tiêu thụ tảo.

Vi sinh vật phân hủy chất hữu cơ tiết ra một số chất kháng sinh các chất này có khả năng tiêu diệt tảo.

Một số thành phần trong chất hữu cơ tan vào nước có tác dụng diệt tảo.

Mặc dù cả bốn nguyên nhân nêu trên đều có thể có tác dụng ở một mức độ nào đó nhưng nguyên nhân quan trọng nhất có thể là sự có mặt của chất hữu cơ polyphenol là dẫn xuất của lignin, tanin sinh ra trong quá trình phân hủy vi sinh vật liệu hữu cơ, các chất này có khả năng ức chế tảo phát triển. Tại sao rơm lúa mạch là vật liệu có tác dụng tốt thì chưa có câu trả lời chính xác.

Việc ứng dụng kỹ thuật này hiện nay còn rất thô thiển: Rơm được băm nhỏ, cho vào lồng (rọ) thả nổi vào nước cách xa bờ, cố định chúng bằng cách neo. Hiệu quả chỉ thể hiện sau một vài tháng, tức là cần một thời gian nhất định để cho vi sinh vật hoạt động và một lượng cần thiết hoạt chất sinh ra.

Sử dụng rơm lúa mạch để khống chế tảo có một số lợi thế đáng kể so với các phương pháp khác: rẻ tiền và ít độc đối với động vật. Sự có mặt của rơm trong ao nuôi tăng cường thêm nguồn thức ăn cho cá như động vật phù du, côn trùng nhỏ.

Độc tính của rơm lúa mạch chỉ đối với tảo, không đe dọa các loại thực vật sống bên cạnh điểm xử lý. Tảo lam, loại tảo thường gây hại, dễ bị ảnh hưởng bởi cách xử lý này. Do tác dụng lâu dài nên chỉ cần một lần thao tác sẽ có tác dụng nhiều tháng, đỡ tốn công sức lao động. Những nghiên cứu tiếp theo về hướng này hứa hẹn nhiều triển vọng.

Sử dụng màu

Màu được sử dụng che chắn bớt ánh sáng trong nước nhằm hạn chế sự phát triển của thực vật có rễ ở tầng lớp đáy. Sử dụng chất gây màu Aquashade đối với ao nuôi cá da trơn với mức 3 mg/l đủ gây ra màu xanh cho nước nhưng không có tác dụng hạn chế tảo phát triển. Một số nghiên cứu khác về Aquashade đối với ao nuôi cá da trơn với liều lượng 1 mg/l kéo dài trong suốt bốn tháng về mùa hè cho thấy không có tác dụng kìm hãm tảo phát triển so với ao đối chứng nhưng làm thay đổi tỷ lệ các loại tảo trong ao. Do ánh sáng giảm trong nước nên các loại tảo có khả năng tự nổi phát triển với tỷ lệ cao hơn. Vào cuối mùa hè tảo lam nổi vầng có ưu thế phát triển nên chiếm ưu thế

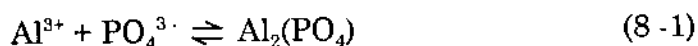
về số lượng hơn so với ao đối chứng. Từ kết quả trên cho phép nhận định, các loại màu thương phẩm với liều lượng 1 – 3 mg/l không đạt hiệu quả hạn chế tảo phát triển. Nếu tăng thêm liều lượng sử dụng có thể hạn chế sự phát triển của tảo nhưng sẽ nảy sinh thêm các vấn đề liên quan đến sự phát triển của tảo vì nó làm giảm hiệu suất quang hoá trên một đơn vị mật độ tảo, gây tình trạng thiếu oxy cho nước nuôi.

Loại bỏ chất dinh dưỡng

Trong ao nuôi thâm canh sử dụng thức ăn tổng hợp sẽ rất khó kiểm soát mật độ tảo bởi lẽ năng suất nuôi trồng cao là mục tiêu tối thượng, là lợi ích kinh tế và để đạt được cần phải cho ăn nhiều. Việc cho ăn nhiều đồng nghĩa với hàm lượng chất dinh dưỡng (đạm, lân) cao thúc đẩy tảo phát triển. Tuy vậy có thể áp dụng một số giải pháp hoá học, sinh học để loại bỏ bớt chất dinh dưỡng, hạn chế tảo phát triển. Phần lớn cố gắng theo hướng này là loại bỏ bớt photpho trong nước vì nó chính là yếu tố dễ thiếu đối với sự phát triển của tảo trong ao hồ nước ngọt. Phần tiếp theo sẽ trình bày một vài giải pháp.

Kết tủa photphat bằng phương pháp hoá học

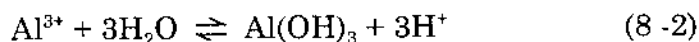
Phèn nhôm (nhôm sunfat) được sử dụng từ rất lâu để làm trong nước. Phèn nhôm cũng có tác dụng làm giảm đáng kể lượng photpho trong nước do hình thành hợp chất nhôm photphat có độ tan thấp. Phản ứng hoá học xảy ra theo sơ đồ:



Al^{3+} có nguồn gốc từ phèn khi hoà tan vào nước, hợp chất nhôm photphat có độ tan thấp nên lắng xuống đáy, khi đó nồng độ photphat trong nước thấp, nguồn dinh dưỡng cho tảo phát triển bị hạn chế.

Photphat trong nước giảm không chỉ do quá trình hình thành nhôm photphat khó tan mà còn do quá trình hấp phụ photphat của hydroxit nhôm. Khi hoà tan vào nước, nhôm ion Al^{3+} phản ứng với

nước (phản ứng thủy phân) tạo ra một loạt các hợp chất nhôm tích điện dương và sản phẩm cuối cùng của phản ứng là hydroxit nhôm:



Hydroxit nhôm là một chất rắn có khả năng hấp phụ photphat khá cao, sau đó cùng lắng xuống đáy ao.

Để photphat lắng xuống đáy ao thì chỉ cần một lượng phèn nhôm không lớn, từ 0,5 - 0,25 mg Al^{3+}/l , nhưng để ngăn chặn quá trình tái hoà tan photphat từ bùn ao thì cần liều lượng phèn lớn hơn, tới trên 20 mg Al^{3+}/l . Khả năng tồn tại của ion nhôm hay hydroxit nhôm trong nước không lâu nên sau khi xử lý lượng photphat trong ao nuôi lại tiếp tục tăng, vì thế cần phải định kỳ loại bỏ photphat trong ao nuôi bằng cách xử lý với phèn nhôm.

Trong các nguồn nước có độ cứng thấp có thể giảm lượng photphat bằng cách tăng hàm lượng canxi cho nước vì hợp chất canxi photphat cũng có độ tan thấp. Có những nghiên cứu làm tăng hàm lượng canxi trong nước từ 2 – 3 mg/l lên 50 – 60 mg/l bằng cách bổ sung thạch cao (CaSO_4) cho ao nuôi, khi đó hàm lượng photphat trong ao nuôi giảm tới 95% so với ao đối chứng. Canxi trong nước không dễ bị mất trừ trường hợp bị pha loãng nên có tác dụng lâu dài, duy trì nồng độ photphat thấp trong thời gian dài hơn so với phèn nhôm. Thạch cao không có độc tính đối với động vật thủy sinh.

Sử dụng thực vật thân lớn để loại bỏ dinh dưỡng

Một số loại thủy thực vật có thể phát triển trong ao nuôi làm giảm dinh dưỡng vô cơ, hạn chế tảo phát triển. Bèo là loại thực vật thích hợp cho mục đích này vì chúng nổi trên mặt nước và dễ thu hoạch. Bèo là loại thực vật có tốc độ phát triển nhanh, loại bỏ được nhiều chất dinh dưỡng tan trong nước. Bèo có khả năng hấp thụ trung bình 3,4 kgN/(ha.ngày) và 0,43 kgP/(ha.ngày) trong những tháng mùa hè và mùa xuân. Tuy nhiên sự có mặt của bèo trong ao hồ hạn chế sự quang hoá của tảo vì chúng che kín mặt nước dẫn tới hạn chế nguồn thức ăn và oxy tan trong nước. Kết quả nghiên cứu sau sẽ

chỉ ra điều đó. Thí nghiệm được tiến hành với ao nuôi được phủ bèo với mức độ 0%, 5%, 10% và 25%. Kết quả đo độ đục, lượng tảo tính theo chlorophyll a và theo số lượng được ghi lại trong bảng 8.1.

Bảng 8.1. Ảnh hưởng của bèo đến mật độ tảo trong ao nuôi

Thông số	Mật độ bèo (% che phủ mặt nước)			
	0	5	10	25
Độ trong Secchi (m)	0,56	0,66	0,92	1,09
Chlorophyll a ($\mu\text{g/l}$)	73,1	46,1	29,2	15,3
Mật độ tảo (số lượng/ml $\times 10^3$)	27,7	11,1	5,6	4,2

Tảo bị bèo cạnh tranh chủ yếu về hai yếu tố: Ánh sáng và photpho. Tảo trong các ao bị bèo che phủ 10%, 25% có mật độ thấp, nước trong và sản lượng thủy sản thu được thấp. Trong một thí nghiệm khác, bèo được thả vào ao nuôi tôm bằng thức ăn và có bón thêm phân gà. Bèo luôn được bỏ bớt đi sao cho diện tích ao được thả bèo che phủ chỉ chiếm 25% diện tích. Kết quả cho thấy, so với ao nuôi đối chứng, pH, oxy tan và mật độ tảo giảm rất mạnh trong ao nuôi có bèo. Do che chắn ánh sáng và cạnh tranh photpho giữa bèo và tảo, năng suất tảo thu được giảm tới 80% so với ao đối chứng không có bèo.

Điều khiển tỷ lệ dinh dưỡng

Rất nhiều nghiên cứu cho thấy, tỷ lệ dinh dưỡng giữa đạm và lân (N : P) trong nước là yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến tỷ lệ giữa các loại tảo trong quần thể tảo. Khi tỷ lệ N : P thấp (ít đạm, nhiều lân) thì loại tảo lam phát triển mạnh hơn các loại tảo khác. Nghiên cứu tại 17 ao nuôi phân bố trên khắp thế giới cho chứng cứ, nếu tỷ lệ N : P lớn hơn 29 trong nước nuôi thì ở các ao hồ đó rất ít hoặc không có mật tảo lam. Tảo lam có khả năng phát triển trong điều kiện N : P thấp là do khả năng cạnh tranh đạm tốt so với các tảo khác khi nguồn cung cấp thiếu. Mặt khác một số loài tảo lam có khả năng cố định đạm từ khí nitơ nên nó có thể tự xoay xở khi nguồn cung cấp từ

nước thiếu. Quan sát trên dẫn đến khuynh hướng điều chỉnh tỷ lệ N : P thích hợp nhằm ngăn chặn tảo lam phát triển trong ao nuôi. Điều chỉnh tỷ lệ dinh dưỡng trong ao chỉ có thể cải thiện, thay đổi được tỷ lệ các loài tảo trong quần thể tảo chứ không cải thiện được chất lượng môi trường có liên quan đến mật độ tảo cao. Tuy nhiên tảo lam là loại không được ưa chuộng nên nếu khống chế được chúng thì cũng đã là một lợi ích lớn. Có hai phương pháp để tăng tỷ lệ N : P nhằm hạn chế sự phát triển của tảo lam.

Cách thứ nhất là giảm bớt hàm lượng photpho tan trong nước bằng cách đưa ít photpho hơn vào ao hoặc loại bớt photpho có sẵn trong ao bằng các biện pháp hoá học hay sinh học. Biện pháp này rất được ưa chuộng vì ngoài việc giảm tảo lam còn làm giảm cả mật độ tảo của ao nuôi do nguồn dinh dưỡng photpho cho cả quần thể tảo ít, yếu tố thường thiếu ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo.

Phương pháp thứ hai là bổ sung thêm đạm cho ao nuôi, đây là giải pháp bất đắc dĩ, chỉ áp dụng khi biện pháp làm giảm photpho quá khó khăn hoặc đắt tiền. Bón thêm đạm cho ao thật sự làm thay đổi tỷ lệ tảo nhưng xuất hiện thêm các hậu quả không mong muốn. Những ví dụ sau nêu một số vấn đề liên quan.

Trong một ao nuôi cá, tảo lam bùng nổ vào mùa hè ở từng thời điểm với mật độ cao sau đó chết hàng loạt gây cho ao thiếu oxy trầm trọng, giết chết cá, người ta bón phân đạm vào ao (dạng muối nitrat). Bón phân được thử theo hai cách, trong lần thử đầu mang lại kết quả là loại trừ được tảo lam như mong đợi, trong lần bón phân khác thì cũng thay đổi được tỷ lệ tảo trong ao nhưng thay vì ưu thế của loại *Anphanizomenon flosaquae* khi chưa bón phân thì loại *Microcystis aeruginosa* chiếm ưu thế sau khi bón phân, loại sau cũng thuộc họ tảo lam có khả năng cố định đạm, loại cũng không được ưa chuộng đối với ao nuôi.

Một số nghiên cứu khác về bón phân đạm cho các ao có mật độ tảo lam cao cũng cho thấy có sự dịch chuyển tỷ lệ tảo trong quần thể nhưng loại tảo lam có khả năng cố định đạm trở nên dày đặc hơn sau

khi bón phân, tức là chỉ thay đổi loại tảo lam không có khả năng cố định đạm bằng loại tảo lam có khả năng cố định đạm.

Thực hiện bón phân đạm cho ao nhằm hạn chế tảo lam phát triển ít khi đạt hiệu quả có lẽ là không phải tỷ lệ N : P cao là yếu tố quyết định đơn giản. Trong nhiều ao tỷ lệ N : P thấp không phải là yếu tố chủ yếu hạn chế tảo lam phát triển (nhưng thúc đẩy loại tảo lam có khả năng cố định đạm phát triển) mà tảo lam phát triển là nhờ giàu photpho trong nước. Trong một số ao nuôi cá da trơn ở Mississippi, trong những tháng mùa hè, tỷ lệ N : P nằm trong khoảng 4 - 16, tỷ lệ này chứng tỏ ao ít dinh dưỡng đạm. Theo như dự đoán, trong điều kiện đó tảo lam sẽ có điều kiện thuận lợi để phát triển. Thật vậy, phần lớn các ao nuôi cá da trơn ở đông nam nước Mỹ có tảo lam thịnh hành. Tuy nhiên, tỷ lệ N : P thấp không chỉ do đạm trong ao thấp mà còn do photpho cao: lượng đạm trong ao rất cao, 4 - 8 mgN/l trong khi đó lượng photpho có mức độ cao hơn nhiều (so với chính nó ở các ao khác), từ 0,5 - 1,0 mgP/l. Trong điều kiện đó mà tảo lam chiếm ưu thế thì chúng không phải do nguyên nhân của tỷ lệ N : P thấp mà là do lượng dinh dưỡng tổng thể (cả N lẫn P) cao. Mật độ tảo cao của cả quần thể tảo lớn trong điều kiện giàu dinh dưỡng sẽ hạn chế ánh sáng trong nước, gây ra cuộc cạnh tranh ánh sáng giữa các loài tảo với nhau. Tảo lam thịnh hành khi đó là do tính cạnh tranh tốt hơn về ánh sáng chứ không phải do tỷ lệ dinh dưỡng N : P, khi đó việc bổ sung thêm nguồn đạm cho ao nhằm giảm mật độ tảo lam sẽ không đem lại hiệu quả.

Thay nước

Thay nước sẽ cuốn theo dinh dưỡng và tảo ra khỏi ao nuôi và vì vậy là biện pháp được sử dụng rộng rãi để cải thiện chất lượng nước nuôi tại các ao nước lợ. Mức độ thay nước thông dụng là 5 - 10%/ngày.

Việc thay nước không chỉ mang lại hiệu quả cơ học, ví dụ giảm lượng tảo hay dinh dưỡng 10% khi thay nước 10% mà tác động mạnh hơn đến các quá trình sinh hoá xảy ra trong ao hồ nuôi. Nhằm mục đích giảm lượng tảo có hiệu quả tốt nhất thì thay nước khoảng 50%

và bù lượng nước mới vào ao càng nhanh càng tốt. Nếu thay nước theo cách chảy tràn - lượng nước bơm vào đẩy lượng nước ra khỏi ao thì cần áp dụng các giải pháp kỹ thuật sao cho đỡ bị hoà trộn giữa lượng nước vào và nước đã nằm sẵn trong ao với mục tiêu giảm lượng tảo và dinh dưỡng có hiệu quả cao nhất.

Cá ăn tảo trực tiếp

Sinh khối tảo và hiệu suất sinh khối tảo trong ao nuôi bị tác động bởi hai hướng: nguồn cung cấp và nguồn tiêu thụ.

Nguồn tảo trong ao nuôi mà các nhà sinh thái gọi là kiểm soát “từ dưới lên” (bottom up) được xem là nguồn lợi sinh thái bị tác động của các tác nhân đa chiều, trước hết là dinh dưỡng và ánh sáng. Nguồn tảo này là điểm xuất phát của chuỗi thức ăn: sơ cấp (tảo, thực vật) đến thứ cấp (động vật phù du, động vật lớp đáy) và bậc ba (tôm, cá) và vì vậy mật độ tảo trong ao bị tác động bởi dây chuyền nêu trên. Chuỗi thức ăn không nhất thiết xảy ra theo tuần tự trên, những động vật cao hơn (như cá so với động vật phù du) cũng có thể trực tiếp ăn tảo, hạn chế mật độ tảo. Kiểm soát tảo theo cách đó gọi là cách “từ trên xuống” (top down), tức là sử dụng loài ăn mỗi cao cấp để tiêu thụ mỗi thấp cấp hơn so với môi trường trực tiếp thông dụng. Ví dụ sự có mặt của một loài cá săn mồi này ảnh hưởng đến sự phát triển của một loài cá khác và vì vậy cũng làm thay đổi mật độ, loại của động vật phù du và tảo trong quần thể động thực vật của ao hồ vì từng loại ưa các loại thức ăn khác nhau.

Mật độ sinh khối và hiệu suất sinh khối tảo chủ yếu phụ thuộc vào nguồn sinh ra nhưng cũng bị tác động bởi quá trình tiêu thụ - tương tác giữa hai yếu tố “từ dưới lên” và “từ trên xuống”. Vì vậy có thể kiểm soát mật độ tảo bằng một trong hai biện pháp trên. Bón phân cho ao nuôi là biện pháp kiểm soát tảo qua tác động “từ dưới lên”. Tương tự như vậy, để hạn chế mật độ tảo theo phương pháp loại bỏ photpho bằng hoá chất (phèn nhôm, canxi) hoặc sử dụng thực vật thân lớn (bèo) cũng dựa trên nguyên tắc tác động từ dưới lên. Tuy nhiên trong các ao nuôi thâm canh sử dụng lượng thức ăn tổng hợp

lớn đồng nghĩa với mức độ dinh dưỡng cao đối với tảo (N, P) thì sử dụng tác động “từ dưới lên” để khống chế mật độ tảo gặp rất nhiều khó khăn. Vì lý do đó, việc tìm hiểu và áp dụng các tác động từ trên xuống tỏ ra hấp dẫn và là đối tượng của nhiều nghiên cứu. Sử dụng hiệu ứng “từ trên xuống” để kiểm soát mật độ tảo và chất lượng nước còn được gọi là “điều khiển sinh học” (biomanipulation). Nghiên cứu theo hướng này tập trung vào sử dụng các loại cá ăn tảo trực tiếp và qua đó giảm lượng tảo trong ao nuôi. Trái với điều mong đợi, sự có mặt của các loại cá này trong ao không những không làm giảm lượng tảo mà còn làm tăng thêm ở phần lớn các trường hợp được nghiên cứu.

Trong 46 thí nghiệm nuôi loại cá ăn tảo trực tiếp như cá chép trắng, cá chép đầu to, một số loại rô phi trong ao hay bể nuôi có mật độ tảo cao cho thấy: Chỉ có 12 trường hợp là tảo có giảm còn 22 trường hợp mật độ tảo tăng. Trong 21 trường hợp thí nghiệm tại ao nuôi cũng cho thấy: 18 trường hợp hoặc tăng mật độ tảo hoặc không bị tác động bởi sự có mặt của các loại cá ăn tảo trực tiếp. Nhiều công trình nghiên cứu công phu về hiệu ứng trên cũng cho kết quả tương tự. Những kết quả thấy rõ được khi áp dụng giải pháp “điều khiển sinh học” là:

- Tỷ trọng các loại động vật phù du và tảo có kích thước lớn giảm.
- Tỷ trọng các loại động vật phù du và tảo có kích thước nhỏ tăng.
- Mật độ tảo tổng thể tăng.

Kết quả này là do thói quen ăn mồi của các loài cá, chúng ưa và dễ bắt các mồi có kích thước lớn, loại có kích thước nhỏ bị lọt lại. Các loại tảo nhỏ có tốc độ phát triển nhanh hơn loại tảo lớn do khả năng hấp thu ánh sáng và dinh dưỡng có hiệu quả hơn loại tảo lớn nên mật độ tảo tổng thể tăng.

Nguyên nhân gây tăng mật độ tảo trong ao nuôi có cá ăn tảo trực tiếp là do suy giảm động vật phù du kích thước lớn do bị cá ăn.

Thí nghiệm sau đây chỉ ra điều đó: Trong một bể nuôi dung tích 1000 ml, cá chép trắng được nhốt vào lồng để không cho chúng tự do kiếm mồi động vật phù du. Trong bể nuôi đó cũng tồn tại cá chép trắng (ăn tảo lớn và động vật phù du) và động vật phù du (ăn tảo nhỏ), cả hai loại cá chép trắng và động vật phù du sẽ ăn tảo với mọi loại kích thước. Phối hợp giữa cá chép và động vật phù du như trên làm giảm mật độ tảo rất nhanh so với bể nuôi mà cá được thả tự do (chúng ăn động vật phù du) hoặc không thả cá.

Kết quả trên được kiểm nghiệm lại trong ao nuôi. Cá chép trắng (1500 con/ha) được nhốt vào một nửa ao đang nuôi tôm nước ngọt. Cá bị nhốt không tác động gì đến mật độ tảo tổng trong ao nuôi so với ao cho cá chép không bị nhốt với cùng mật độ hoặc ao không thả cá. Tuy vậy trong ao có cá bị nhốt thì mật độ tảo có kích thước lớn ít hơn hẳn so với ao không nuôi cá và mức độ tăng mật độ tảo nhỏ cũng không hơn so với ao nuôi cá thả tự do. Từ kết quả đó có thể định hướng cho ứng dụng có lợi: Cá chép bị nhốt sẽ ăn các loại tảo kích thước lớn, loại thường không được ưa chuộng bằng loại có kích thước nhỏ và vì cũng do đó tập đoàn động vật phù du cũng ít bị ảnh hưởng như trong trường hợp cá được thả tự do.

Mặc dù các loại cá ăn tảo trực tiếp không giúp được việc kiểm soát mật độ tảo nhưng chúng làm thay đổi tỷ lệ các loại tảo có kích thước khác nhau. Tảo kích thước nhỏ hưng thịnh trong ao nuôi cá ăn tảo trực tiếp có hiệu suất sinh khối cao hơn loại tảo có kích thước lớn. Do vậy hiệu quả cấp oxy và tiêu thụ dinh dưỡng trong các ao đó cao hơn ngay kể cả khi mật độ tảo cao hơn ao không thả các loại cá ăn tảo trực tiếp. Lợi ích trên được chỉ ra trong ví dụ sau: Trong một ao nuôi hỗn tạp rộng 1,6 ha ở vùng Tây Bắc Mississippi, trong ao nuôi cá rô phi và cá da trơn, năng lượng dùng để sục khí trong những thời điểm khẩn cấp giảm được khoảng 20% so với ao nuôi thuần chủng cá da trơn. Nguyên nhân cải thiện tình trạng oxy trong ao nuôi này là do ít tảo kích thước lớn, loại tảo lam có khả năng tạo váng bề mặt (trước hết là *Microcystis aeruginosa*) thường có mặt trong các ao nuôi khi không thả cá rô phi, chúng bị thay thế bởi loại tảo có kích thước nhỏ.

Có nhiều nghiên cứu được thực hiện nhằm đánh giá hiệu quả của các loại cá ăn tảo trực tiếp đến năng suất nuôi cá da trơn. Mục tiêu cần đánh giá là với sự có mặt của cá ăn tảo trực tiếp thì chất lượng nước nuôi được cải thiện thế nào và liệu có cho phép tăng lượng thức ăn cho cá da trơn không. Kết quả đánh giá cho thấy: Sản lượng cá da trơn tuy không tăng nhưng sản lượng chung (của cá da trơn và cá khác) trong ao nuôi tập tăng hơn so với nuôi thuần chủng (bảng 8.2)

Bảng 8.2. Năng suất nuôi trong ao nuôi tập của cá da trơn, trắm cỏ phối hợp với các loại cá khác.

Kết hợp nuôi	Năng suất (kg/ha)	
	Cá da trơn	Tổng năng suất
Da trơn và trắm cỏ	3453	3519
Da trơn, trắm cỏ, rô phi	3145	4346
Da trơn, trắm cỏ, chép trắng	3556	3782
Da trơn, trắm cỏ, cá bò	3351	3487
Da trơn, trắm cỏ, chép đầu to	3398	3611
Da trơn, trắm cỏ, rô phi, chép trắng	3208	5042

Ngay kể cả khi cá ăn tảo trực tiếp không giúp kiểm soát, làm giảm mật độ tảo, khi nuôi thêm các loại cá này trong ao được nuôi bằng thức ăn tổng hợp cũng là phương thức tận dụng nguồn thức ăn biến thành sản phẩm hữu ích (cá) thay vì sinh ra lượng tảo không mong muốn.

8.7. SỰ CÂN NHẮC VỀ MẬT QUẢN LÝ

Có thể hạn chế mật độ tảo trong ao nuôi bằng cách sử dụng chất diệt tảo, màu, thực vật nổi, các phương pháp này khi áp dụng cũng làm giảm tốc độ riêng của quá trình quang hoá hữu hiệu, điều đó dẫn tới sự suy giảm nguồn thức ăn và nguồn oxy trong nước.

Cho tới nay, biện pháp thay nước tỏ ra là có hiệu quả duy nhất đối với các ao nuôi thâm canh với mục tiêu khống chế mật độ tảo. Do

khó khăn trong việc khống chế mật độ tảo, các nhà nuôi trồng thủy sản cố gắng tối ưu hoá lượng dinh dưỡng đưa vào ao nuôi thông qua việc quản lý hợp lý.

Mật độ tảo trong các ao bón phân hay sử dụng thức ăn tổng hợp có thể điều chỉnh được trong một phạm vi nào đó thông qua mức độ bón phân.

Với các ao nuôi phối hợp với chăn nuôi gia súc, gia cầm, mật độ tảo trong ao cũng có thể được khống chế thông qua mật độ vật nuôi trên cạn, về thực chất là lượng phân thâm nhập vào ao nuôi. Đối với ao nuôi sử dụng thức ăn tổng hợp thì việc lựa chọn thức ăn có chất lượng cao sẽ tăng cường khả năng hấp thụ dinh dưỡng của vật nuôi, giảm thiểu lượng chất thải vào nước. Cho ăn dư thừa là điều nên tránh bởi chính lượng thức ăn thừa làm tăng giá thành sản xuất và gây hại cho môi trường, gây thiếu oxy và thúc đẩy tảo phát triển. Với mức độ cho ăn hợp lý, vừa đủ sẽ ít gây bất lợi cho môi trường và vì vậy hiệu quả sử dụng thức ăn sẽ tốt hơn.

Bài 9

TẢO CÓ HẠI VÀ HƯƠNG VỊ THỦY SẢN

- Tạp chất gây hương vị khó chịu cho sản phẩm có nguồn gốc khác nhau: do tảo sinh ra, do các chất thải từ hoạt động nuôi trồng, công nghiệp hay các sự cố khác. Hai hợp chất hoá học gây mùi vị khó chịu hay gặp nhất là geosmin và 2 - methylisoborneol có nguồn gốc từ loại tảo lam trong các ao nuôi.
- Đồng thời với quá trình nhiễm mùi, vật nuôi cũng có khả năng đào thải mùi, tuy vậy tốc độ đào thải mùi tiến triển rất chậm so với tốc độ nhiễm mùi. Tốc độ nhiễm mùi xảy ra thuận lợi đối với cá nhiều mỡ và ở nhiệt độ cao, cá nhỏ dễ bị nhiễm mùi hơn so với cá lớn.
- Rất khó dự đoán thời điểm xảy ra sự cố nhiễm mùi của vật nuôi, nhưng nó thường xảy ra vào thời điểm tảo lam bùng nổ hay chết hàng loạt hoặc khi có các hoạt động mạnh khác xung quanh ao nuôi.
- Giải pháp quản lý hương vị lạ có thể thực hiện theo ba cách quản lý sự cố xảy ra bất chợt, ngăn ngừa hương vị lạ và tẩy mùi vị lạ từ vật nuôi.
- Một số loài tảo gây độc cho vật nuôi ngay cả khi mật độ của chúng không cao, chủ yếu là tảo lam và tảo cát.

Tảo là một thành phần quan trọng trong hệ sinh thái của ao nuôi, sự có mặt của tảo giúp cho quá trình cân bằng oxy trong ao, là nguồn thức ăn quan trọng đối với thủy động vật, tham gia vào chu trình chuyển hoá dinh dưỡng trong ao nuôi. Ngoài lợi ích kể trên trong nhiều trường hợp tảo cũng gây ra các vấn đề khó khăn cho các

nhà nuôi trồng thủy sản, hay gặp nhất là mật độ tảo trong ao quá lớn hoặc tỷ lệ không thuận lợi của các loại tảo trong quần thể tảo. Đôi khi với mật độ tảo không cao nhưng một số loại tảo cụ thể nào đó khi sinh ra mùi lạ trong quá trình trao đổi chất, mùi này làm ảnh hưởng xấu tới hương vị của sản phẩm tôm cá. Một số loại tảo khác tiết ra chất có tiềm năng gây độc, chất độc này có thể giết hại thủy động vật hoặc được tích lũy trong cơ thể chúng và gây độc cho người sử dụng sản phẩm. Sự hình thành hương vị khó chịu trong sản phẩm có liên quan đến một số loài tảo có hại và gây thiệt hại về kinh tế cho các nhà nuôi trồng và chế biến thủy sản, và vì vậy cần được quản lý, tuy nhiên các giải pháp hữu hiệu không nhiều, nhất là trong điều kiện nuôi công nghiệp.

9.1. THÀNH PHẦN GÂY HƯƠNG VỊ KHÓ CHỊU

Hương vị khó chịu là chỉ các mùi, vị khó chịu ở trong nước và thực phẩm. Hương vị khó chịu trong sản phẩm thủy sản do nguyên nhân xuống cấp chất lượng sau thu hoạch, do bảo quản, cất giữ các sản phẩm không đúng quy cách hay quá lâu. Vật nuôi khi ăn thức ăn tự nhiên hay tổng hợp có mùi, vị không bình thường cũng sẽ ảnh hưởng đến hương vị của thực phẩm, ví dụ thức ăn tổng hợp chứa nhiều dầu cá nước mặn sẽ gây ra mùi tanh (nhiều) của sản phẩm.

Thành phần gây hương vị khó chịu trong sản phẩm thủy sản thường là các hoá chất có tính độc thấp đối với cá và nhuyễn thể. Xét theo khía cạnh trên thì đây là vấn đề về chất lượng sản phẩm chứ không phải là vấn đề ảnh hưởng đến năng suất hay bệnh tật của vật nuôi có liên quan đến chất lượng nước nuôi.

Chất lượng sản phẩm không cao sẽ gây thiệt hại lớn cho người nuôi và người chế biến vì thị trường tiêu thụ sẽ bị thu hẹp lại.

Các dạng hương vị khó chịu

Hương vị khó chịu là đặc trưng cảm nhận khi so sánh với một loại mùi vị quen thuộc nào đó. Phần lớn các chất gây ra hương vị khó

chịu chưa được biết kỹ. Một hương vị có thể được gây ra bởi một hay vài chất và được cảm nhận rất khác nhau của từng người. Vì vậy có thể có hàng chục cách gọi hương vị của cá da trơn hay nhuyển thể. Ví dụ người ta cố gắng sắp xếp và gọi tên các hương vị đặc trưng của cá da trơn như ghi trong bảng 9.1.

Bảng 9.1. Mô tả và đặc trưng hương vị của cá da trơn

Mô tả	Đặc trưng
Bùn tanh (geosmin)	Mùi của geosmin, giống mùi đất tươi vừa xới lên
Mùi mốc meo	Mùi của methylisoborneol
Mùi long não	Mùi của dung dịch long não loãng
Mùi nhựa thông	Mùi của lá hay nhựa thông
Mùi sơn	Mùi của dầu thông
Mùi gỗ	Mùi của gỗ tươi
Mùi cỏ thối	Mùi của thủy thực vật, rau diếp thối
Mùi khét	Mùi vị của trứng rán quá lửa
Mùi nước cống	Mùi của ao chứa nước thải
Mùi thối	Mùi cá thối
Mùi hắc	Mùi hành tươi
Vị ôi	Vị của mỡ, bơ bị ôi
Vị nhạt nhẽo	Vị của cá ướp lạnh đem nướng

Thủy sản trong các ao nuôi nhiễm các hương vị khó chịu chủ yếu là do các hoá chất sinh ra do các sinh vật tồn tại trong ao, một phần rất nhỏ có thể từ các nguồn thải do các ao nuôi khi được cấp nước thải. Đôi khi tôm cá có thể nhiễm mùi dầu có trong nước thải.

Hương vị khó chịu có nguồn gốc sinh vật

Mối liên quan giữa một số loại vi sinh sống trong nước với một số loại mùi có trong nước mặt đã được nhận biết từ lâu, trước năm 1900 qua so sánh giữa nước tự nhiên và nước trong ao nuôi. Mùi đặc trưng ấy thường được gọi là mùi bùn tanh, mùi đất, mùi hôi, mùi mốc meo.

Mùi bùn tanh được nghiên cứu và được quy cho là do tảo lam sinh ra trong các ao nuôi cá chép. Có thể giảm được mùi này bằng cách diệt tảo hoặc chuyển cá đã bị nhiễm sang ao nước sạch, vì vậy có thể cho rằng chính cá đã hấp thụ mùi do tảo sinh ra. Mùi vị tương tự cũng được nhận biết ở ao nuôi cá da trơn ở miền đông nam nước Mỹ mà tác nhân là chất geosmin do tảo lam tiết ra. Các nhà khoa học ở trường đại học quốc gia Mississippi của Mỹ còn chỉ ra một chất khác gây mùi là 2 - methylisoborneol là thành phần chính gây mùi đối với cá da trơn ở vùng Tây Bắc Mississippi, chất này do loại tảo lam *Oscillatoria cf. Chalybea* tiết ra.

Cả geosmin lẫn 2 - methylisoborneol không gây tác động trong môi trường nước mặn mà chỉ tác động đến thủy động vật trong nước ngọt và nước lợ. Ví dụ tôm nuôi ở Ecuador chỉ bị nhiễm mùi khó chịu trong khoảng thời gian mưa nhiều, khi độ mặn của vùng nước ven bờ có độ mặn thấp hơn 10 phần ngàn, với mức bình thường là từ 10 - 35‰ thủy sản không bị nhiễm mùi khó chịu.

Geosmin

Geosmin là chất gây vị tự nhiên, có trong một số loại rau và thực phẩm, nó gây ra mùi, vị khó chịu cho một số nguồn nước và trong cá nước ngọt. Geosmin trong nước có mùi giống mùi đất chứa nhiều chất hữu cơ, là chất có tiềm năng gây mùi lớn nhất trong nước và cá. Ngưỡng gây mùi (mùi có nồng độ có thể ngửi thấy) là 0,02 µg/l và nồng độ có thể phát hiện được của geosmin trong cá nằm trong khoảng 6 – 10 µg/kg. Ngưỡng nồng độ phát hiện được trong các loài cá là khác nhau, dễ phát hiện đối với loại có mùi tự nhiên không đậm như cá da trơn, khó phát hiện với loại có hương vị đậm như cá hồi suối.

2 - Methylisoborneol

Trước khi được phát hiện có mặt trong đất và nước ngọt, nó được tổng hợp từ dầu long não. Trong dung dịch đặc 2 - methylisoborneol có mùi mốc, trong dung dịch loãng nó có mùi long não. Ngưỡng nồng

độ phát hiện được là 0,04 µg/l, cao hơn một chút so với geosmin, tuy nhiên hương vị khó chịu của nó trong cá có thể phát hiện của các chuyên gia cũng xấp xỉ như của geosmin, họ có thể nhận biết chúng với nồng độ 0,1 µg/kg trong cá chóc hoặc 0,6 µg/kg trong cá hồi suối. Trong đời sống, người tiêu dùng có thể chấp nhận mức 0,7 µg/kg trong cá da trơn.

Các thành phần gây mùi khác

Từ nguồn gốc sinh học, ngoài geosmin và methylisoborneol còn có hàng chục chất khác là các thành phần gây hương vị khó chịu cho sản phẩm thủy sản, chúng tồn tại trong một số loại tảo, tiết ra vào nước dẫn tới nhiễm vào mô tế bào của động vật nuôi. Một số chất khác cũng gây hương vị khó chịu nhưng rất ít được xác nhận là có nguồn gốc từ các loại thủy động vật, các đánh giá đôi khi bị nhầm lẫn về việc quy cho nguồn gốc của một số loại chất gây hương vị khó chịu.

Có hàng loạt chất gây mùi được tiết vào nước từ quá trình phân hủy tảo, kể cả các chất thuộc họ lưu huỳnh gây ra mùi khét như methylmercaptan, isobutylmercaptan, dimethylsulfide, trimethylsulfide, các sản phẩm phân hủy của axit amin như putrecine, cadaverine, tyramine. Mùi “úng thối”, giống mùi nước cống rãnh không được xử lý trong các ao hồ sau các vụ tảo chết hàng loạt, khi bị nhiễm vào sản phẩm được gọi với cái tên như: mùi trứng thối, mùi nước cống rãnh hoặc mùi tanh. Các loại mùi kể trên thường được quy cho các chất gây mùi thuộc họ lưu huỳnh hay axit amin, tuy nhiên điều đó chưa được khẳng định.

Nguồn gốc của geosmin và 2 - methylisoborneol

Geosmin và 2 - methylisoborneol được sinh ra trong một số loài sinh vật chưa có nhân nguyên thủy và nấm. Geosmin trước tiên được tách ra từ *Streptomyces griseus* và được khẳng định ở nhiều loại khác thuộc *Streptomyces* và *Nocardia*. Tương tự như vậy, 2 - methylisoborneol cũng được tách ra từ một số loài *Streptomyces spp*, và *actinomycetes*. Phần lớn những vi sinh vật tạo ra các chất gây mùi trên sống trong

đất. Sau đó, geosmin và methylisoborneol được xác định là được sinh ra từ tảo lam trong các ao nuôi cá hồi suối ở Manitoba, Canada. Các nghiên cứu sau đó xác định là hai chất gây mùi trên được sinh ra trong rất nhiều loại tảo lam trừ loại tảo lam dạng sợi. Mỗi loại tảo chỉ sinh ra một chất gây mùi chứ không sinh ra đồng thời cả hai. Geosmin được các loại *Anabaena* và *Aphanizomenon* thuộc họ *Nostocaceae*; *Oscillatoria*, *Lyngbya*, *Symploca* và *Schizothrix* thuộc họ *Oscillatoriaceae*; và *Fischerella* thuộc họ *Stigonemataceae* tổng hợp. 2 - methylisoborneol được sinh ra trong loại *Lyngbya* và *Phormidium* thuộc họ *Oscillatoriaceae*.

Sau khi phát hiện ra nguồn gốc của hai chất gây mùi từ các loại vi sinh vật sống trong môi trường nước, các nhà nghiên cứu trong thời gian vài năm vẫn không đồng ý được với nhau về tỷ trọng của *Actinomyces* và tảo lam trong việc gây mùi khó chịu.

Sau cùng thì khẳng định được: chính tảo lam là tác nhân gây ra mùi vị khó chịu cho các vật nuôi trong nước, đặc biệt trong các nguồn nước giàu dinh dưỡng như trong ao nuôi.

Tảo lam không những gây mùi cho động vật mà còn gây mùi cho cá, một số nguồn nước mặt dùng cho sinh hoạt, ví dụ ở Los Angeles, California. Loại tảo gây mùi do 2 - methylisoborneol là loại tảo lam sống ở lớp đáy trong các ao nghèo dinh dưỡng. Trong các ao giàu dinh dưỡng, nguyên nhân sinh ra mùi lại là loại tảo lam lơ lửng ở tầng trên, đặc biệt phát triển tốt ở các nguồn nước giàu photpho.

Geosmin sinh ra trong các ao chứa loại tảo *Anabaena* và *Aphanizomenon* với mức độ ít hơn. Các loại tảo này không khó để nhận biết. Sự bùng nổ của loại tảo trên có thể xuất hiện tại bất cứ thời điểm nào trong năm trong điều kiện ấm nóng, còn trong các vùng ôn đới thì hay xảy ra vào cuối xuân khi nhiệt độ tăng nhanh trong khoảng 15 - 25°C.

Cho đến nay mới chỉ xác nhận được một loại tảo lam dạng lơ lửng có sản sinh ra 2 - methylisoborneol là *Oscillatoria Chalybea*, chúng có dạng hình sợi với độ dài 7 - 12 µm.

Loại tảo này phát triển tốt trong điều kiện ấm nóng, trong nước giàu dinh dưỡng, độ kiềm và độ cứng cao. Loại tảo này có thể sống qua mùa đông ở lớp bùn đáy và phát triển trở lại vào mùa xuân khi nhiệt độ tăng lên đến 15 - 20°C.

Chất gây mùi vị khó chịu sinh ra do một vài loại tảo lam có mặt trong quần thể tảo, mức độ sinh mùi có thể biến động do điều kiện môi trường như ánh sáng, nhiệt độ, dinh dưỡng nhưng yếu tố quan trọng nhất vẫn là sự có mặt của các loại tảo đó. Do vậy sự có mặt của chất gây mùi phụ thuộc trước hết vào sự tồn tại của tảo sinh ra mùi cùng với mật độ và tốc độ sinh trưởng của chúng. Điều này có ý nghĩa trong việc quản lý mùi của sản phẩm: hạn chế sự phát triển của tảo gây mùi chứ không phải kiểm soát quá trình sinh ra mùi khi các loại tảo gây mùi đã tồn tại.

Sự phân hủy geosmin và 2 - methylisoborneol trong môi trường

Sau khi được sinh ra từ tảo lam, tiết vào nước, thành phần gây hương vị khó chịu sẽ bị bốc hơi hoặc phân hủy do vi sinh. Mức độ suy giảm chất gây mùi trong nước do hai quá trình trên khó xác định chính xác vì cả hai chất đó đều có khả năng bay hơi với mức độ vừa phải. Tuy vậy giải pháp sục khí để bốc hơi chỉ đạt hiệu quả thấp do thể tích nước trong ao rất lớn.

Geosmin bị phân hủy khá nhanh trong nước bởi các vi sinh dị dưỡng, có nghiên cứu cho rằng 98% geosmin bị phân hủy trong nước ao nuôi trong vòng 72 giờ.

2 - methylisoborneol có tính năng sinh hủy chậm hơn nhiều so với geosmin, thời gian cần thiết để phân hủy hết cần từ 5 đến 15 ngày. Trong môi trường chứa nhiều loại vi sinh vật, tốc độ phân hủy nhanh hơn.

Hương vị khó chịu do ô nhiễm

Rất nhiều chất ô nhiễm hữu cơ khi thải vào nguồn nước gây mùi và có thể ảnh hưởng lên hương vị sản phẩm vật nuôi. Các chất gây

mùi điển hình là các hợp chất có nguồn gốc từ dầu mỡ và các chất thải từ chế biến giấy, bột giấy. Ví dụ khi nghiên cứu về hương vị của cá ở Phần Lan cho thấy: cá tự nhiên bị nhiễm hương vị khó chịu có 41% có nguyên nhân từ chất thải của quá trình chế biến bột giấy và 24% là do các sản phẩm dầu mỡ.

Cá nuôi trong ao ít khi bị nhiễm hương vị khó chịu của quá trình sản xuất vì có thể quản lý được mà không quá khó khăn, nhưng dễ bị nhiễm dầu do cách nuôi nhốt cá lồng ở các vùng ven bờ, nơi dễ bị ô nhiễm dầu, ví dụ từ các sự cố tràn dầu. Dầu cũng có thể xâm nhập vào môi trường nước từ các dòng nước chảy tràn qua mặt đất chứa dầu động cơ, dầu máy, dầu hoả, từ các động cơ máy nổ của ghe thuyền, bơm hoặc các công cụ khác. Sản phẩm thủy sản khi bị nhiễm sẽ có mùi dầu.

Ngưỡng nồng độ phát hiện của dầu mỡ thô nằm trong khoảng 0,5 đến 350 $\mu\text{g/l}$. Sản phẩm dầu lọc có ngưỡng nồng độ phát hiện cao hơn so với dầu thô vì các thành phần có chứa lưu huỳnh trong đó đã được xử lý. Nồng độ tác động đến mùi vị của cá đối với dầu thô là nhỏ hơn 0,1 mg/l và đối với dầu hoả là trên 5 mg/l .

Các thành phần của dầu thô cũng như dầu chế biến có tính tan rất tốt trong mỡ (kỵ nước) vì vậy nó rất dễ tích lũy trong cơ thể vật nuôi. Tuy nhiên khả năng gây hương vị khó chịu của dầu (dầu chứa rất nhiều loại hợp chất hoá học) đối với sản phẩm là khác nhau, hydrocarbon mạch thẳng không no, loại thơm (benzen, toluen, xylen), thơm đa vòng (naphthalen), chất hữu cơ chứa lưu huỳnh là những tác nhân quan trọng nhất. Paraphin không gây mùi và vị khó chịu.

9.2. LÂY NHIỄM VÀ LOẠI BỎ CÁC HỢP CHẤT GÂY MÙI

Mức độ và tốc độ nhiễm mùi khó chịu của vật nuôi phụ thuộc vào cường độ gây mùi của chất gây mùi (nặng, nhẹ), vào nồng độ của nó trong nước và cân bằng giữa quá trình nhiễm và loại trừ (thải).

Nhìn chung quá trình hấp thu mùi của các chất hữu cơ nhanh, quá trình loại bỏ chậm. Phụ thuộc vào tính chất hoá học của chất gây

mùi (mức độ hoà tan trong mỡ), nồng độ, cường độ mùi, hương vị khó chịu tích lũy trong cơ thể vật nuôi đến mức nhận biết được chỉ cần đến vài phút, nhưng để thải bỏ hết mùi thì cần tới nhiều ngày hoặc nhiều tuần.

Hấp thụ

Vật nuôi có thể bị nhiễm mùi qua con đường thức ăn, nhưng chủ yếu là do hấp thụ bị động các chất gây mùi từ nguồn nước. Hấp thụ mùi xảy ra qua mang cá, qua da, qua ruột, dạ dày. Mang cá là vị trí tốt nhất cho quá trình hấp thụ mùi từ nước, do cấu trúc và chức năng của nó có tác dụng thúc đẩy quá trình khuếch tán của chất gây mùi giữa nước và máu của cơ thể, tại đây có diện tích tiếp xúc lớn và một lượng nước lớn được bơm qua màng. Chất gây mùi được hấp thụ vào mang cá, được máu vận chuyển đến các tế bào. Phần lớn các chất gây mùi có tính ưa mỡ nên sau đó chúng được tái phân bố lại và tập trung chủ yếu ở các tế bào giàu mỡ.

Tốc độ tích lũy mùi vì vậy trước hết phụ thuộc vào độ hoà tan của mùi trong mỡ (ưa mỡ), vào lượng mỡ của cơ thể vật nuôi và nhiệt độ. Cá nhiều mỡ tích lũy và có nhiều mùi hơn so với cá ít mỡ trong cùng điều kiện nhiễm. Khả năng tích lũy mùi vị của vật nuôi cao hơn khi nhiệt độ môi trường tăng vì lượng nước và kéo theo lượng chất gây mùi bơm qua mang tăng. Mức độ tích lũy geosmin trong cơ thể cá da trơn tại 25°C có thể mô tả qua phương trình toán học mang tính kinh nghiệm sau:

$$\text{Geosmin trong cơ thể } (\mu\text{g/kg}) = 0,55 + 2,38G + 0,23t + 2,68G.t$$

trong đó G là hàm lượng geosmin trong nước ($\mu\text{g/l}$), t là thời gian tiếp xúc giữa một vật nuôi và geosmin (giờ).

Khả năng ứng dụng của công thức toán học trên rất hạn chế vì nó không nêu được mối tương quan giữa khả năng tích lũy chất gây mùi với lượng mỡ của vật nuôi hay với nhiệt độ của môi trường là những yếu tố có tác động không nhỏ. Mặt khác công thức trên cũng chỉ mô tả quá trình hấp thụ mùi lúc ban đầu chứ không mô tả được trạng thái cân bằng giữa hấp thụ và thải bỏ mùi của cơ thể động vật.

Dù sao nó cũng có ích để mô tả một mối quan hệ ngắn hạn nào đó. Ví dụ, nếu nồng độ của geosmin trong nước là $1 \mu\text{g/l}$ thì theo công thức trên, sau hai giờ cá da trơn sẽ bị nhiễm mùi với mức độ có thể phát hiện được, tức là vào khoảng $8 \mu\text{g/kg}$. Nếu nồng độ của geosmin là $3 \mu\text{g/l}$ thì thời gian gây nhiễm chỉ là khoảng 2 phút.

Mức độ hấp thụ 2 - methylisoborneol của cá da trơn cũng có hình ảnh tương tự, nhưng ngưỡng nồng độ phát hiện thấp hơn ($0,7 \mu\text{g/kg}$). Ví dụ cho cá da trơn nhỏ (5 - 10 g/con) tiếp xúc với nước có chứa 5 và $50 \mu\text{g/l}$ 2 - methylisoborneol thì chỉ sau 1 phút chúng đã bị nhiễm mùi với mức đã cảm nhận được với cả hai mức nồng độ trên. Sau 4 - 12 giờ mức độ tích lũy mùi trong cơ thể cá đạt trạng thái ổn định (cân bằng), nồng độ chất gây nhiễm trong thịt cao hơn 10 lần so với nước, còn trong tế bào giàu mỡ như da, cơ quan nội tạng nồng độ của chất gây nhiễm là cao nhất, có thể cao tới 100 lần so với trong nước.

Cá da trơn loại to hơn hấp thụ mùi chậm hơn loại cá bé. Cá loại $0,5 \text{ kg/con}$ khi tiếp xúc với nước có chứa $0,5 \mu\text{g/l}$ sẽ bị nhiễm với mức có thể cảm nhận được trong thời gian 2 giờ. Mức độ tích lũy tiếp tục tăng trong vòng 24 giờ và đạt mức ổn định. Hàm lượng mỡ trong cá có tác động rất lớn đến khả năng tích lũy chất gây mùi: cá béo (hơn 2,5% mỡ) bị nhiễm tới 3 lần cao hơn so với cá ít mỡ (ít hơn 2% mỡ). Yếu tố nhiệt độ còn có tác động mạnh hơn so với mỡ về mức độ tích lũy chất gây mùi của cơ thể động vật. Nghiên cứu mức độ tích lũy 2 - methylisoborneol trong cá da trơn với kích cỡ của cá thương phẩm, nồng độ chất gây nhiễm trong nước là $1 \mu\text{g/l}$ cho thấy:

$$\begin{aligned} & 2 - \text{methylisoborneol trong tế bào } (\mu\text{g/kg}) = \\ & = -0,61 + 4,2[\lg(t - 1)] + 0,0076t (^{\circ}\text{C}) + 0,089 (^{\circ}\text{C}). \end{aligned}$$

trong đó t là thời gian tiếp xúc tính theo giờ, ($^{\circ}\text{C}$) là nhiệt độ của nước đo theo $^{\circ}\text{C}$. Mối quan hệ trên chỉ rõ ảnh hưởng của nhiệt độ lên tốc độ nhiễm mùi và lượng chất gây mùi tích lũy trong tế bào cá. Ví dụ khi cá tiếp xúc với nước có nồng độ chất gây mùi $1 \mu\text{g/l}$ tại $6,5^{\circ}\text{C}$ thì lượng tích lũy là $6,4 \mu\text{g/kg}$ và gần gấp đôi ($11,4 \mu\text{g/kg}$) tại nhiệt độ 34°C trong thời gian 24 giờ. Tương tự, ngưỡng nồng độ cảm nhận của

2 - methylisoborneol là 0,7 µg/kg, nếu ở nhiệt độ 6,5°C thì sau 30 phút, còn ở nhiệt độ 34°C thì sau có 5 phút là chúng đã bị nhiễm.

Hiện nay mới có số liệu về tác động gây hương vị khó chịu của geosmin và 2 - methylisoborneol, với các tác nhân khác có rất ít số liệu. Tốc độ hấp thụ các sản phẩm dầu mỡ của cá được dự đoán là cao vì các sản phẩm này rất ưa mỡ, thời gian đạt đến mức tích lũy ổn định là dưới 24 giờ.

Quá trình đào thải

Các chất gây mùi một mặt được tích lũy nhưng mặt khác cũng được thải ra khỏi cơ thể theo một số cơ chế như: khuếch tán thụ động qua mang hoặc da, qua trao đổi chất sau đó thải qua thận hay các chất bài tiết khác. Các quá trình nêu trên chưa được đánh giá chi tiết nhưng có tác dụng làm giảm mùi trong cơ thể vật nuôi. Nghiên cứu về quá trình thải bỏ geosmin của cá da trơn được thực hiện như sau:

Cá da trơn (khoảng 400 g/con) đã bị nhiễm geosmin với mức 8 µg/kg được thả vào nguồn nước chảy không chứa geosmin, sau thời gian 6 ngày, mức độ tích lũy geosmin trong cơ thể giảm đến mức chấp nhận được. Thí nghiệm với cá hồi suối nhận thấy thời gian để chất mùi suy giảm tới mức chấp nhận được lâu hơn nhiều so với cá da trơn vì nước nuôi lạnh hơn.

Đào thải 2 - methylisoborneol nhanh hơn so với geosmin, đối với cá da trơn thời gian chỉ cần khoảng 3 ngày, tức là nhanh hơn khoảng hai lần so với geosmin. Tốc độ đào thải mùi phụ thuộc vào lượng mỡ của vật nuôi và nhiệt độ, với các loại cá gầy, béo khác nhau và nhiệt độ nuôi biến động, thời gian đào thải lệch nhau đến vài lần: cá gầy, nhiệt độ cao thời gian đào thải ngắn và ngược lại.

Để đào thải các sản phẩm dầu mỡ trong cơ thể vật nuôi cần thời gian dài hơn do các chất này có tính ưa mỡ cao, trơ, khó tham gia vào quá trình trao đổi chất trong cơ thể vật nuôi. Ví dụ cá hồi suối bị nhiễm dầu diesel với nồng độ 0,01 – 10 mg/l trong 24 giờ cần tới 10 tuần sống trong môi trường sạch mới thải được lượng dầu đã bị nhiễm.

Thời điểm xảy ra sự cố

Sự xuất hiện chất gây mùi, hương vị khó chịu cho thủy sản mang tính chất không theo quy tắc, tức là sự kiện xảy ra không thể dự liệu trước được. Tuy không dự đoán được sự cố xảy ra nhưng sự xuất hiện của nó thường thấy vào các thời điểm nhất định và không thấy vào các thời điểm khác. Ví dụ cá dễ bị nhiễm dầu khi các hoạt động cơ khí (xe, máy nông nghiệp) hoạt động mạnh xung quanh ao nuôi, hoặc bị nhiễm thuốc bảo vệ thực vật vào các thời điểm mà các hoạt động này diễn ra trong thời gian mùa vụ nông nghiệp.

Hương vị khó chịu có nguồn gốc từ tảo lam sẽ trùng hợp với thời điểm loại tảo này nở rộ hoặc vào lúc chúng tàn lụi. Tảo lam là loại thông dụng trong vùng nước ấm, giàu dinh dưỡng nên gặp các yếu tố thuận lợi trên chúng sẽ phát triển mạnh. Nuôi với mật độ cao, nhiều thức ăn, mùa nóng sẽ thúc đẩy tảo lam phát triển và là nguyên nhân gây hương vị khó chịu cho sản phẩm.

Dự báo chính xác là điều không thể vì sự thay đổi tỷ trọng các loại tảo trong quần thể tảo trong ao nuôi cũng không thể dự đoán được. Sự có mặt và tỷ trọng của từng loài trong quần thể tảo là kết quả của một loạt các yếu tố tương hỗ lẫn nhau về mặt vật lý, hoá học, sinh học, các yếu tố này tác động khác nhau lên sự sinh trưởng, tồn tại, lụi tàn của từng loại tảo. Bản chất của các quan hệ tương hỗ nêu trên chỉ mang tính chất chung chứ không cụ thể được đối với từng loại tảo.

Ví dụ trong ao nuôi giàu dinh dưỡng thì quần thể tảo luôn biến động, thay đổi theo thời gian, thể hiện ở sự phát triển rất nhanh, chết hàng loạt, phục hồi lại quần thể tảo có thành phần khác so với trước đó. Sự tái cấu trúc lại quần thể tảo xảy ra không đồng bộ trong các ao nuôi vì vậy sự xuất hiện mùi vị trong các ao là không thể dự báo chính xác được.

Động thái ào hồ về phương diện gây mùi vị rất phức tạp. Một cuộc nghiên cứu tỷ mỉ đối với 11 ao nuôi cá da trơn trong thời gian hơn một năm tại vùng Mississippi cho thấy:

Trong tất cả 11 ao khảo sát, tất cả các ao có cá nhiễm mùi ở mức không chấp nhận được ở từng thời điểm nhất định. Cá bị nhiễm nặng nhất là vào mùa hè, đặc biệt nghiêm trọng là khoảng thời gian hai tuần giữa mùa hè. Mức độ nhiễm mùi giảm về cuối mùa thu và trong mùa đông, khi đó 7 trong 11 ao nuôi có sản phẩm nhiễm mùi ở mức chấp nhận được, nhưng không có thời gian nào mà tất cả các ao nuôi đều an toàn.

Ảnh hưởng đến cá thể vật nuôi

Trong một quần thể vật nuôi gồm nhiều loại (cá, tôm, nhuyễn thể), từng loại bị nhiễm mùi, vị với mức độ và tốc độ khác nhau do khác nhau về mức độ hấp thụ, tích trữ và đào thải. Trong một loại vật nuôi (ví dụ cá chép) mức độ nhiễm còn bị chi phối bởi kích cỡ, lượng mỡ trong cơ thể chúng. Mức độ nhiễm bị tác động rất mạnh bởi loại chất và nồng độ chất gây mùi vị. Ví dụ nếu nồng độ một chất gây mùi giảm đột ngột thì các loại cá bé, gầy sẽ thải chất gây mùi rất nhanh ra khỏi cơ thể chúng và vì vậy chất lượng sản phẩm phục hồi nhanh hơn so với loại cá to, béo. Do quá trình đào thải của từng cá thể là khác nhau nên sản phẩm của từng cá thể cũng có chất lượng khác nhau.

Hiện tượng nêu trên được sử dụng có ích vào thực tế sản xuất. Ví dụ các nhà chế biến thủy sản ở vùng đông nam nước Mỹ tìm cách đánh giá chất lượng sản phẩm (về mặt hương vị) của cá da trơn như sau: Kiểm tra hương vị của cá da trơn trước khi thu hoạch và chế biến, mỗi nhà máy có cách kiểm tra riêng nhưng có nét chung là người bán cá giới thiệu hàng hóa của mình với nhà chế biến một tuần trước khi dự định thu hoạch. Mẫu được nấu không cho thêm gia vị, được nêm và xác định chất lượng. Nếu chấp nhận chất lượng và kế hoạch sản xuất cho phép thì nguyên liệu tiếp tục được kiểm tra và định ngày mua. Định kỳ kiểm tra nguyên liệu tiếp theo là vào ngày mua và trước khi mua một ngày. Thoả thuận mua có thể bị hủy bỏ nếu bất cứ mẫu kiểm tra nào không đạt chất lượng hương vị. Lần kiểm tra cuối cùng được thực hiện từ sản phẩm chở ở xe đến nhà máy chế biến, trước khi đổ hàng, nếu phát hiện không đạt thì trả lại cho

chủ hàng. Cách thức kiểm tra như trên dựa trên cơ sở là trong một loại sản phẩm, chất lượng của từng cá thể là khác nhau và rất khó biết được là có bao nhiêu cá thể không đạt chất lượng và với mục đích cao nhất là không để lọt sản phẩm không đủ tiêu chuẩn tới người tiêu dùng.

Tất nhiên có thể kiểm tra mẫu chỉ một lần nhưng khi đó cần phải xác định được là môi trường của ao nuôi tại thời điểm đó là bền, không có các thay đổi đáng kể để tránh thiệt hại.

9.3. GIẢI PHÁP QUẢN LÝ

Để quản lý được chất lượng sản phẩm về mặt hương vị thì việc nhận thức được nguyên nhân là rất quan trọng. Mỗi chất gây hương vị riêng, đặc trưng và có nguồn gốc khác nhau và biến động cũng khác nhau trong nước nuôi cũng như trong cơ thể vật nuôi. Vì lý do đó nên một giải pháp khắc phục áp dụng chung là không có mà chỉ có tính chất định hướng. Ba giải pháp chung sau đây được sử dụng để khắc phục hiện tượng nhiễm mùi vị trong các ao hồ nuôi cá, nhuyễn thể: Quản lý các sự cố không theo quy tắc, ngăn ngừa sự phát triển các hương vị lạ, tẩy rửa mùi lạ từ vật nuôi. Cũng có biện pháp khác là làm “lạc” mùi vị của sản phẩm bằng cách cho thêm các vị khác vào sản phẩm trong khi chế biến, tuy nhiên biện pháp này ít kết quả và khó được thực tế chấp nhận.

Như đã trình bày, sự xuất hiện và tồn tại hương vị lạ trong sản phẩm cá, nhuyễn thể trong các ao nuôi có đặc trưng không thể dự đoán chính xác, hương vị lạ xuất hiện thường đi liền với sự phát triển hoặc biến mất của các loại vi sinh vật trong ao nuôi, đặc biệt là ao nuôi thâm canh sử dụng nhiều thức ăn, biến động rất mạnh, kéo theo nó là các loại tảo sinh mùi cũng phát triển và tàn lụi nhanh. Sự biến động xảy ra không giống nhau tại cùng một thời điểm. Để làm nhẹ bớt tác động xấu cần phải quan trắc một cách tỉ mỉ, cần cù nhằm chớp lấy cơ hội khi sản phẩm không bị nhiễm để thu hoạch, bán. Đánh giá hương vị nhìn chung không phức tạp: đánh bắt hai hoặc ba

con cá (tôm, nhuyễn thể thì sử dụng nhiều hơn) từ ao nuôi, lược không cho thêm gia vị và cho người có kinh nghiệm về hương vị nếm thử. Người nếm tốt nhất là có khả năng phân biệt được hương vị và mức độ nhiễm của sản phẩm. Có thể thử sản phẩm tại nhiều ao cùng lúc hoặc tại một ao ở các thời điểm khác nhau (tốt nhất là 1 lần/tuần) để đánh giá chiều hướng biến động chất lượng sản phẩm để từ đó có những giải pháp khắc phục thích hợp. Ví dụ chất lượng sản phẩm đủ tốt thì nên thu hoạch sớm để phòng sự cố xảy ra.

Đó chính là quản lý các sự cố không theo quy tắc, dĩ nhiên không phải là biện pháp lý tưởng, nhất là các loại sự cố này có nguy cơ thường xuyên.

Ngăn ngừa hương vị lạ

Có rất nhiều chất gây hương vị lạ cho sản phẩm thủy sản, vì vậy cũng không thể đề ra được một giải pháp đơn giản, áp dụng chung cho nhiều đối tượng.

Hương vị khó chịu gây ra bởi sản phẩm dầu mỡ hoặc hoá chất bảo vệ thực vật có thể giảm thiểu bằng cách chọn các vị trí ao nuôi không chịu tác động của các hoạt động liên quan đến các chất đó. Ngay kể cả người nuôi cũng cần hết sức thận trọng khi sử dụng xăng dầu xung quanh và trong ao nuôi bởi vì chỉ một lượng dầu diesel hoặc xăng hay dầu hoả loang vào nước nuôi đã có thể gây mùi cho cá hay nhuyễn thể.

Mùi vị gây ra bởi quần thể vi sinh trong ao nuôi khó ngăn ngừa hơn vì chúng là các cơ thể sống, hoạt động trong tất cả các nguồn nước.

Người ta nhận thấy mối liên hệ khá chặt chẽ giữa lượng thức ăn tổng hợp nuôi cá da trơn với mức độ hương vị lạ của cá sản phẩm. Để giảm bớt tác hại, biện pháp thực hiện sẽ là: giảm mật độ nuôi và giảm lượng thức ăn cũng như bón phân. Giải pháp trên là khả thi đối với một số trường hợp cụ thể nhưng không hợp lý đối với ao nuôi mà khi áp dụng giải pháp này mang lại lợi nhuận thấp.

Do hương vị lạ chủ yếu do tảo lam gây ra nên giải pháp ngăn ngừa được tập trung chủ yếu vào việc hạn chế sự phát triển của loại tảo này. Có nhiều biện pháp để hạn chế tảo phát triển như đã trình bày trong bài 8 nhưng trong thực tế chỉ có hai giải pháp là có tính khả thi và thường được áp dụng là: dùng chất diệt tảo họ đồng và nuôi các loài cá ăn được tảo trong các ao nuôi tập.

Đồng sunfat là chất diệt tảo truyền thống, được sử dụng trong các ao nuôi cá da trơn ở Mỹ để ngăn ngừa mùi vị lạ. Đồng sunfat được sử dụng thường xuyên (tuần/lần) với nồng độ thấp (nhỏ hơn 0,2 mg/l) vào mùa hè. Biện pháp này tỏ ra cũng có kết quả.

Cá ăn tảo trực tiếp có tác dụng mạnh đến mật độ tảo tổng thể và từng loại tảo trong quần thể. Nhìn chung khi có mặt loại cá ăn tảo trực tiếp thì mật độ tảo trong nước cao hơn so với trong ao không nuôi loại cá trên và tảo ở trong ao chủ yếu là loại có kích thước nhỏ. Điều ấy là có lợi vì các loại tảo sinh mùi thường có kích thước lớn. Có điều thú vị là rất hiếm khi có những thông báo về hương vị lạ đối với cá chép Trung Quốc và cá rô phi. Nguyên nhân có thể là ít có nghiên cứu về vấn đề này nhưng cũng rất có thể là các loại cá trên ăn tảo trực tiếp nên loại trừ được tác nhân gây mùi vị. Một bằng chứng khác cũng mang lại sự hứa hẹn của phương pháp trên: nuôi cá da trơn trong ao đơn độc thì có tới trên 60% mẫu kiểm nghiệm có chất lượng mùi vị không chấp nhận được, còn nếu nuôi lẫn với cá rô phi xanh thì tỷ lệ mẫu có chất lượng không chấp nhận được là dưới 10%. Mặt khác, cũng có những đánh giá về hiệu quả của việc nuôi thêm cá chép, rô phi trong ao nuôi cá da trơn trong mùa hè, kết quả cho thấy không có sự cải thiện mà còn xuất hiện thêm một vài khó khăn khác như cá rô phi có thể chết khi nhiệt độ xuống thấp gây ô nhiễm môi trường.

Tẩy mùi vị lạ

Mùi vị lạ cũng giảm hoặc mất đi khi vật nuôi không tiếp xúc với tác nhân gây mùi trong một thời gian dài. Có thể tiến hành khử mùi cho tôm, cá, nhuyễn thể theo hai cách: chuyển vật nuôi sang môi trường không chứa chất gây mùi hoặc khử hết mùi trong môi trường

chúng đang sống. Không phụ thuộc vào phương thức thực hiện, người sản xuất luôn mong muốn là thời gian khử mùi càng ngắn càng tốt. Tác dụng loại bỏ mùi của các phương pháp cũng như thời gian cần thiết là khác nhau đối với từng chất gây mùi khác nhau: geosmin hay 2 - methylisoborneol trong vật nuôi giảm nhanh một khi lượng hấp thụ của vật nuôi đối với các chất đó giảm, các sản phẩm dầu mỡ khó tẩy hơn, thời gian cần thiết để tẩy kéo dài nhiều tuần hoặc nhiều tháng. Bản chất của chất gây hương vị và tốc độ khử chúng là yếu tố quyết định xem giải pháp sẽ thực hiện liệu có tính khả thi hay không trong thực tế sản xuất. Rất tiếc là với phương pháp thử hương vị không cho phép dự đoán trước được hiệu quả của quá trình khử mùi vị lạ. Mùi vị của geosmin và 2 - methylisoborneol là loại dễ khử, thuộc loại dễ cảm nhận và đôi khi chúng át các mùi khác, những mùi khác này có khi thuộc loại rất khó loại bỏ. Có cách để dự đoán khả năng khử mùi lạ trong thủy sản thông qua cách thử quy mô nhỏ như sau: đánh bắt lấy 10 - 20 vật nuôi thả vào nước sạch, thử hương vị của chúng đều đặn sau một số ngày, nếu vị lạ biến mất trong vòng một tuần lễ thì khả năng khử mùi sẽ hứa hẹn thành công.

Chuyển vật nuôi sang nguồn nước sạch là biện pháp có thể tin cậy để cải thiện hương vị của sản phẩm, tuy nhiên cách đó rất tốn kém về công sức, thời gian và luôn có nguy cơ một số bị chết. Đó là điều rất đáng quan tâm đối với các ao nuôi tôm vì tôm khó chịu đựng được đánh bắt, di chuyển mà không bị hao hụt, biện pháp này nếu có thực hiện thì chỉ nên tiến hành đối với cá trong nội bộ của một trang trại. Ao được chuyển đến có thể là ao sạch vừa được tháo nước mới vào nhưng cũng có thể là ao đang nuôi. Ao mới sẽ tốt hơn vì trong điều kiện mới nuôi thả, các loại tảo sinh mùi chưa có cơ hội phát triển. Nếu sử dụng ao đang nuôi thì nên chọn ao đang có mật độ nuôi thấp sao cho kể cả khi đưa thêm một số cá bị nhiễm mùi vào cũng không trở nên quá dày đặc. Dĩ nhiên là ao đang nuôi không bị nhiễm mùi vị lạ. Sử dụng ao nuôi sẵn cũng có nguy cơ tiềm ẩn là sự phát triển của các loài tảo sinh mùi trong thời gian tẩy mùi vị mà điều đó thì không đoán trước được. Giải pháp an toàn nhất là thời gian khử mùi càng ngắn càng tốt. Cá bị nhiễm mùi không nên thả chung vào

cùng một ao trong khi khử mùi. Tốc độ khử mùi khác nhau đối với mùi vị và các loại cá khác nhau, rất có thể có những con cá vẫn giữ nguyên hương vị lạ sau khi khử mùi trong khi phần lớn đã hết bị nhiễm mùi. Cách khử mùi khác là loại bỏ tác nhân gây mùi trong nguồn nước đang nuôi. Thay nước với tỷ lệ lớn là phương pháp có thể thực hiện. Thay nước sẽ làm giảm nồng độ chất gây mùi do pha loãng và có thể làm thay đổi cả tỷ lệ loại tảo gây mùi so với nguồn nước cũ một cách có lợi hơn. Phương pháp này chỉ khả thi đối với cá ao nuôi nhỏ. Giải pháp khác là sử dụng các loại hoá chất diệt tảo để làm giảm mật độ tảo trong ao nuôi. Phương pháp này chỉ có hiệu quả khi tảo là chất sinh ra mùi và loại bỏ tảo gây mùi chiếm số đông trong quần thể tảo.

9.4. TẢO ĐỘC

Bất cứ một quần thể tảo nào cũng trở nên độc đối với thủy động vật khi mật độ tảo quá cao, làm cạn kiệt nguồn oxy trong nước. Tuy nhiên có một số tảo trở nên độc ngay cả khi mật độ còn thấp do chúng có thể tiết ra các độc tố hoặc các tác nhân nào đó phá hủy mang cá. Những loại tảo độc bao gồm: tảo lam, tảo cát...

Một số trong các loài tảo kể trên ảnh hưởng tới năng suất nuôi trồng bằng cách kìm hãm tốc độ lớn của loài nuôi hoặc giết chết vật nuôi trong nước. Một số loài tảo phát huy tác dụng độc một cách gián tiếp: thông qua thức ăn là tảo chứa độc tố, các độc tố tích lũy trong cơ thể động vật và tham gia vào chuỗi thức ăn ảnh hưởng đến sức khỏe người tiêu dùng. Sản phẩm nhiễm độc không thể lưu hành trên thị trường và trở thành gánh nặng cho các ngành sản xuất có liên quan và tạo ra dư luận không thuận lợi cho cả ngành sản xuất thủy sản.

Phần tiếp theo sẽ trình bày một số tảo độc về phương diện ảnh hưởng xấu đến vật nuôi tuy rằng sự hiểu biết về các loại này vẫn chưa được tường tận. Mặc dù “tảo độc” được hiểu là có tác động làm chết động vật thủy sinh, nhưng bằng chứng gây độc của tảo đến mức chết động vật không nhiều vì trong nhiều trường hợp “chết” gây ra

bởi thiếu oxy, do mật độ tảo trong ao nuôi cao, tuy nhiên hiện tượng đó vẫn được quy là cho tảo độc. Mặc dù tác động của tảo độc trong ao nuôi không rõ ràng nhưng có những bằng chứng rất rõ ràng của tảo độc đối với cá lồng nuôi ở vùng ven biển hoặc vùng nuôi loài giáp xác.

Prymnesiophytes

Prymnesiophytes là một nhóm tảo đơn bào sống chủ yếu trong nước mặn. *Prymnesium* và *Chrysochromulina* là hai loại trong nhóm này có tiềm năng sinh độc tố. Quần thể tảo độc *Prymnesiophytes* đôi khi phát triển rất mạnh, tạo ra hiện tượng nước nở hoa trong các vùng nước ven bờ hoặc trong các vịnh, khi đó chúng có thể giết chết cá tự nhiên, cá nuôi hoặc các loại thủy động vật thở bằng mang. *Prymnesium* cũng có thể phát triển trong các nguồn nước trong đất liền với độ mặn thích hợp, *Prymnesium parvum* được biết đến là loại độc nhất trong ao nuôi.

Có chín loại tảo trong nhóm *Prymnesium* có khả năng sinh độc tố đối với động vật thở bằng mang: cá, nhuyễn thể, giáp xác, trong đó *Prymnesium parvum* được cho là loại độc nhất đối với cá.

Prymnesium sống trong nước có độ mặn từ 2 - 50‰, vùng thuận lợi nhất là từ 8 đến 25‰ và cũng là vùng thuận lợi để sinh ra độc tố. Loại tảo này hiếm khi tìm thấy trong nguồn nước có độ mặn dưới 2‰ và hình như không tồn tại trong nước với độ mặn nhỏ hơn 1,2‰. Nhiệt độ phát triển tối ưu của tảo nằm trong khoảng 20 - 25°C mặc dù nó giết cá ở cả dưới 10°C đến 30°C.

Prymnesium parvum không phát triển ở nhiệt độ cao hơn 30°C. *Prymnesium* sinh ra một loạt các độc tố gồm hymolysins, cytotoxins và ichthyotoxins. Liều lượng độc tố sinh ra và độc tính của các độc tố thay đổi theo từng giai đoạn phát triển của tảo và các yếu tố môi trường. Độc tố sinh ra nhiều nhất vào giai đoạn phát triển ổn định và vào lúc gần đạt tới giai đoạn ổn định, nồng độ photpho trong nước thấp thúc đẩy quá trình tổng hợp độc chất. Độc tố sinh ra trong tế bào chỉ tiết ra ngoại cảnh (tiết ra ngoài) mặc dù một phần đáng kể nằm lại trong tế bào chỉ tiết ra ngoài khi tế bào phân hủy. Vì vậy

nồng độ độc tố sẽ tăng khi tảo chết. Hoạt tính của các độc chất tăng lên khi trong nước có mặt các cation hoá trị 2 (canxi, magie) và trong khoảng pH = 8 - 9. Do mối quan hệ phức tạp giữa tốc độ phát triển của tảo, khả năng sinh chất độc, độc tính nên mối quan hệ giữa mật độ tảo và độc tính của chúng không đơn giản.

Mang là cơ quan dễ nhạy cảm nhất đối với độc tố. Khi mang hấp thu độc tố, độc tố phá hoại chức năng thẩm thấu chọn lọc của mang. Khi thâm nhập vào cơ thể, chất độc phá hoại tế bào, tác động vào máu, đầu độc thần kinh. Cá bị đầu độc sẽ trở nên đờ đẫn, bơi vào bờ để sống ở vùng nước nông và có thể bị chết. Nếu mới bị nhiễm cá có thể giải độc được trong khoảng 1 - 2 giờ bằng cách chuyển chúng vào nước sạch.

Người ta đã phát triển được một giải pháp quản lý sự bùng nổ của *Prymnesiophyte* trong ao nuôi với mức độ thay đổi nước tối thiểu. Giải pháp trên sử dụng phép thử sinh học nhạy để theo dõi sự bùng phát của tảo gây độc và diệt *Prymnesium* bằng amoniac trước khi sự bùng nổ gây hại. Phép thử độc tính sinh học sử dụng loại cá muối *Gambusia sp.* cùng với chất kích thích mang điện tích dương polyamin của *Prymnesium*. Khi phát hiện độc tính, người ta sử dụng amoniac dạng lỏng hoặc amoni sunfat bón cho ao để tăng hàm lượng amoniac dạng trung hoà (NH_3) lên tới mức khoảng 0,06 mg NH_3 - N/l. Dưới điều kiện pH của môi trường nước mặn (pH = 8 - 9) amoniac (dạng trung hoà) sẽ dễ dàng khuếch tán qua màng tế bào của *Prymnesium*, khi đã thâm nhập vào cơ thể tế bào, amoniac lại chuyển hóa thành amoni (NH_4^+) do pH trong cơ thể tảo thấp. Sự có mặt của ion amoni trong tế bào làm tăng áp suất thẩm thấu, phá hủy tế bào của tảo. Mặc dù là giải pháp có hiệu quả và được sử dụng rộng rãi để kiểm soát sự bùng nổ tảo *Prymnesium*, nhưng việc sử dụng amoniac (NH_3) hay amoni sunfat cũng cần hết sức thận trọng bởi chính nó cũng độc đối với cá và các loại thủy động vật khác. Do độc tính của amoniac, người ta nghiên cứu để tiếp tục tìm ra các giải pháp mà không dùng đến amoniac. Do *Prymnesium* không phát triển được ở nước có độ muối thấp nên khi làm giảm độ muối xuống dưới 2‰ bằng cách pha loãng sẽ hạn chế được độc tính của chúng.

Prymnesium có tốc độ phát triển thấp, sức cạnh tranh kém nên có thể áp dụng biện pháp kích thích các loại tảo khác phát triển bằng cách bón thêm phân hoá học hay phân hữu cơ cho ao nuôi.

Trong chừng mực nào đó có thể quản lý loại tảo độc này trong các ao nuôi nhưng khả năng khắc phục cho các lồng nuôi ven bờ là rất hạn chế vì vùng nước quá rộng.

Tảo lam

Tảo lam thực chất không phải là thực vật như các loại tảo khác mà là vi khuẩn có chứa chlorophyll (diệp lục) giống như tảo. Phần lớn các loại tảo lam sống trong nước ngọt nhưng cũng có khá nhiều loại sống ở nước lợ và nước mặn. Tảo lam được biết đến là những tác nhân của một số hiện tượng trong ao nuôi thủy sản như sinh mùi vị khó chịu, tạo các lớp váng trên mặt nước. Một số loại tảo lam sống trong nước ngọt cũng có khả năng sinh ra các độc tố ảnh hưởng đến cá và các loài nhuyễn thể. Một số loài động vật khác như chim, lợn, bò, ngựa, chó cũng có thể bị chết khi uống nước nhiễm các loại tảo độc này. Độc chất từ tảo lam được phân vào nhóm hoặc là gây độc thần kinh hoặc độc cho gan tùy thuộc vào triệu chứng sinh ra trong vật bị nhiễm độc. Chất độc thần kinh từ tảo lam gồm anatoxins và saxitoxins. Anatoxins được sinh ra chủ yếu bởi tảo *Anabaena*, gây độc thần kinh thông qua phá hủy chức năng truyền tín hiệu thần kinh của chất acetylcholine dẫn đến kích thích quá mức tế bào hữu cơ. Triệu chứng nhiễm độc còn thể hiện co giật tế bào, đau thắt, chết có thể xảy ra do bị liệt.

Saxitoxins do tảo *Aphanizomenon flos - aquate* và tảo nước mặn *Dinoflagellate* sinh ra, chúng gây liệt đối với loài giáp xác. Cũng như anatoxins, saxitoxins phá hủy tế bào thần kinh truyền dẫn thông tin, nhưng cơ chế tác dụng của anatoxins là ngăn cản sự tiết ra của acetylcholine, còn saxitoxins thì gây liệt tế bào cơ. Với đủ liều lượng saxitoxins bị nhiễm, cá da trơn có biểu hiện, thở nông vùng vây mạnh và có thể chết trong thời gian một vài giờ.

Độc tố đối với gan được các loại tảo nước ngọt *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Nostoc* sinh ra. Loại tảo này là loại thông dụng của nhóm tảo lam trong các ao nuôi nước ngọt. Chất độc gan từ các loại tảo kể trên được gọi là microcystins gồm trên 20 loại hợp chất heptapeptid mạch vòng.

Tảo lam nước lợ *Nodularia spumigema* sinh ra độc tố gọi là nodularins có tác dụng gây độc giống như microcystins. Cả microcystins lẫn nodularins có thể gây ra những tổn hại nghiêm trọng cho gan của động vật có vú, dẫn đến gây sốc và chết. Microcystins cũng gây tổn hại gan của cá, mặc dù cá chết do bị nhiễm độc tố này có thể còn do sự phối hợp giữa tổn hại gan và chức năng điều hoà thẩm thấu của mang cá do độc tố gây nên.

Cá chép bị nhiễm microcystins với liều lượng gây chết sẽ trở nên thờ ơ, thở gấp nhanh, rối loạn và chết trong vòng một vài ngày. Cũng có một số báo cáo rất rõ ràng là cá có thể chịu đựng được microcystins do bằng chứng trong ao nuôi tảo lam nở hoa (loại sinh ra microcystins), microcystins thì rất độc đối với cá khi tiêm vào chúng, nhưng cá vẫn có thể sống trong điều kiện tảo lam bùng nổ. Rất có thể độc tính của microcystins có thể giảm trong một số trường hợp khi có mặt các yếu tố khác.

Sự có mặt của tảo lam không phải thường xuyên dẫn đến cá chết có thể được giải thích là do chất độc tiết ra ao không nhiều. Người ta biết rõ là không phải tất cả tảo có tiềm năng sinh ra chất độc sẽ tức khắc sinh ra độc tố, chỉ khoảng 40% lượng tảo trong môi trường nước tự nhiên có tính độc và rất có thể cá sẽ tìm cách nào đó để tránh độc.

Microcystins có khả năng thâm nhập vào máu qua mang hoặc màng ruột nhưng hình như khả năng thấm qua mang là rất ít bởi khi ngâm cá vào nước nhiễm microcystins thì chúng không chết. Vì vậy nhiễm độc microcystins chủ yếu là thông qua đường tiêu hoá.

Microcystins là chất gây độc bên trong, chỉ thải ra lượng lớn khi tế bào bị phân hủy. Trừ trường hợp nồng độ độc tố trong nước quá cao, cá chỉ bị chết khi ăn một lượng lớn thức ăn chứa độc tố, khi phân hủy thức ăn độc tố này sẽ thấm vào máu qua thành ruột. Từ nhận

định đó có thể đưa ra ba phương pháp sau để phòng tránh: tảo chỉ nên là phần nhỏ trong cơ cấu thức ăn, tảo là nguồn thức ăn chính nhưng tránh ăn vào lúc nở rộ là lúc tảo có độc tính cao, có thể ăn tảo nhưng tránh tiết ra chất độc từ thức ăn. Cá nước ngọt không uống nước cho nên tảo chỉ có thể xâm nhập vào cơ thể cá thông qua ăn tảo khi tảo nở hoa hoặc ngẫu nhiên ăn các thức ăn khác. Cá được nuôi bằng thức ăn tổng hợp sẽ ít bị nhiễm độc bên trong vì tảo chỉ là phần thức ăn thứ yếu và rất ít tảo có cơ hội thâm nhập vào cơ thể cá khi ăn. Tuy nhiên cũng có những tình huống không lường trước được, ví dụ khi tảo tạo thành váng bề mặt, thức ăn cho cá nổi, khi ăn chúng ăn lẫn cả tảo.

Đối với cá ăn tảo trực tiếp thì nguy cơ nhiễm độc cao hơn do một lượng lớn tảo (độc) được tích lũy trong cơ thể. Rất có thể cá ăn tảo trực tiếp có khả năng tránh độc bằng cách phân biệt loại tảo độc và không độc theo bản năng ăn hay không ăn một vài loại tảo nào đó. Ví dụ người ta đã thả cá rô phi sông Nil và cá chép trắng vào nước nuôi có chứa tảo độc và không độc. Với loại nước có chứa tảo độc lượng nước qua mang ít hơn so với lượng nước qua mang cá chứa tảo không độc, qua đó hạn chế lượng tảo độc thâm nhập vào cơ thể.

Cũng có giả thiết cho rằng cá rô phi khi ăn sẽ chọn lọc thức ăn bằng cách phát hiện các loại tảo có tiết diện bề mặt nhỏ, các loại tảo độc có đặc trưng này.

Dạ dày của một số loài cá, ví dụ cá chép trắng có khả năng tiêu thụ kém đối với tảo lam trong dạ dày. Loại cá này có khả năng chịu tảo độc khá cao vì các loại tảo đó bị đào thải ra ngoài mà không bị tiêu hoá, khi đó microcystins không được tiết ra và thấm vào máu. Tuy vậy cá rô phi và một số cá khác có khả năng phân hủy tốt tảo lam trong dạ dày vì trong đó có nồng độ axit cao hơn. Loại cá này sẽ tránh độc bằng cách chọn lọc thức ăn thích hợp.

Tuy phần lớn cá nước ngọt sẽ tránh độc theo một phương thức nào đó nhưng khi tiếp xúc lâu dài với tảo độc chúng sẽ lớn chậm hoặc dẫn đến những ảnh hưởng bất lợi khác. Ví dụ cá hồi sống trong môi trường nhiễm microcystins hoặc loại tảo phân hủy chứa chất độc

trong 63 ngày có tốc độ lớn chậm hơn loại sống trong môi trường sạch.

Phương án kỹ thuật quản lý ao hồ nhằm ngăn chặn bùng nổ tảo lam tỏ ra ít tính thuyết phục do hiện tượng này rất phổ biến trong các ao nuôi ở khắp nơi, mặt khác những bằng chứng về mối liên quan trực tiếp giữa bùng nổ tảo lam và độc tính cũng không nhiều. Hơn thế, việc quản lý thành phần các loại tảo trong ao nuôi không dễ vì vậy các nhà sản xuất ít khi quan tâm đến vấn đề này khi sự cố chưa xảy ra. Khi mà vấn đề tảo độc chưa nổi lên thì việc sử dụng các chất diệt tảo rất có thể làm hại môi trường nuôi vì khi tảo chết thì tảo độc sẽ tiết ra độc tố vào nước. Có một số đề nghị về các giải pháp xử lý khác nhưng việc áp dụng vào thực tế sản xuất gặp nhiều khó khăn hoặc tính an toàn thấp.

Dinoflagellates

Dinoflagellates là nhóm tảo thông dụng, phần lớn là tảo nước mặn, tảo *Biflagellate*. Phần lớn các loại tảo thuộc nhóm trên có cấu trúc bất đối xứng, có phần đuôi kéo dài về một phía và phía kia có đường rãnh xoắn quanh. Phần lớn tảo thuộc nhóm này là tảo lạnh và là thành phần quan trọng trong chuỗi thức ăn của nguồn nước lợ và mặn. Tuy nhiên có một vài loại có khả năng sinh ra chất độc gây hại cho nghề thủy sản.

Dinoflagellates protogonyanlax (đặc biệt *P.tamarensis*), *Gymnodinium spp* và *Pyrodinium bohamense* sinh ra chất độc thần kinh saxitoxins. Sự bùng nổ tảo trên xuất hiện ở cả vùng nhiệt và ôn đới ở nhiều nơi. Saxitoxins tích tụ trong cơ thể giáp xác và các loại thủy động vật ăn côn trùng theo kiểu lọc. Độc tố ít gây chết cho loài vật nuôi. Chất độc trong thức ăn sẽ thâm nhập vào cơ thể người tiêu thụ có khả năng gây ra rối loạn thần kinh, tiêu hoá, hô hấp. Các hiện tượng rối loạn do ngộ độc gọi chung là gây tê liệt do giáp xác mà hiện chưa có thuốc giải độc.

Loại khác, *Ptychodiscus brevis* sinh ra độc tố brevetoxins, nó tích tụ trong động vật ăn côn trùng theo kiểu lọc. Brevetoxins gây hại cho

thần kinh loài giáp xác với triệu chứng tương tự nhưng nhẹ hơn hiện tượng gây tê liệt. Người ăn phải giáp xác nhiễm độc tố do tảo *Dinophysis spp.* và *Prorocentrum lima* sinh ra sẽ bị bệnh tiêu chảy do rối loạn tiêu hoá.

Ở các vùng nuôi giáp xác mà có tảo độc *Dinoflagellates* bùng nổ thì sản phẩm dễ bị nhiễm độc và không bán được, gây thiệt hại cho người nuôi và chế biến.

Mặc dù người ta vẫn cho rằng độc tính của *Dinoflagellates* là nhỏ đối với loài giáp xác, nhưng khi loại tảo này bùng nổ sẽ có tác hại trực tiếp, chúng làm giảm tốc độ lớn hoặc gây chết đối với ấu trùng, ốc non, ốc lớn, trai, hến và các loại hai mảnh vỏ.

Cá có thể bị chết hoặc ức chế khi tiếp xúc với tảo độc *Dinoflagellates saxitoxins* có thể gây tổn thương cho cá khi cá ăn giáp xác hay nhuyễn thể bị nhiễm độc tố do tảo sinh ra, hoặc cá ăn tảo trực tiếp. Ví dụ cá vền nhỏ sống ở biển đỏ có thể chết khi chúng ăn động vật phù du bị nhiễm độc tố do tảo *P. tamarensis*. Cá bị ngộ độc saxitoxins bơi lung tung, mất cân bằng, sau đó dần dần và thỉnh thoảng quẫy mạnh. Cá ăn độc tố mà chưa tới liều chết có thể cứu được trong vòng vài giờ mà không để lại hậu quả.

Khi tảo phân hủy tiết ra brevetoxins vào nước thì nguy cơ gây độc cho cá cao hơn, triệu chứng ngộ độc tương tự như khi bị nhiễm saxitoxins, nhưng nặng hơn.

Vào đầu những năm 1990 người ta phân lập được một nhóm tảo *Dinoflagellates* ở vùng ven bờ nam đảo Alantic, Mỹ. Tảo này là nguyên nhân chính làm cá chết. Chúng được đặt tên theo giống mới *Pfiesteria* gồm một loại đặc trưng là *P. Piscicida* và nhiều loại không đặc trưng khác. Chúng được gọi là "kẻ phục kích" do tính chất đặc thù về cách sống và cơ chế gây độc. Trong vòng 24 giờ chúng có nhịp điệu sống khá phức tạp: bất động, di chuyển hoạt động mạnh. Trong bùn chúng nằm bất động, khi có đàn cá bơi qua các chất bài tiết của cá đánh thức chúng, chúng nổi lên và tiết ra chất độc. Chúng bị cuốn theo dòng nước do cá bơi và đầu độc cá.

Độ muối tối ưu cho tảo *Pfiesteria* là khoảng 15‰ nhưng chúng có thể tồn tại trong một khoảng rộng từ 2‰ đến 35‰. Loại tảo có khả năng giết cá tồn tại chủ yếu trong vùng nước ấm (26°C trở lên) mặc dù chúng có thể chịu được khoảng nhiệt độ rộng và có khả năng giết cá trong khoảng 12 - 33°C. Độc chất từ tảo *Pfiesteria* cũng tác động đến sức khỏe con người thông qua tiếp xúc với nước chứa loại tảo này.

Hiện nay chưa có nhiều số liệu về tác hại của loại tảo này trong các ao nuôi mặc dù tiềm năng gây độc chắc là có tồn tại. Với các ao nuôi vùng ven bờ có thay nước thì nguy cơ nhiễm tảo loại này cao. Dùng chất diệt tảo để hạn chế sự bùng nổ của tảo *Dinoflagellates* là điều nên tránh vì khi tảo chết sẽ tiết ra độc tố. Kiểm soát tảo loại này là điều không thể vì chúng phân bố trên diện tích rộng, thường bắt đầu phát triển từ nơi xa bờ lan dần vào các vịnh và các nguồn nước ven bờ. Vì không thể kiểm soát được, nên giải pháp tốt nhất là chọn các địa điểm nuôi thích hợp ít chịu rủi ro.

Diatom

Diatom (tảo cát) cũng là loại tảo phổ biến đặc trưng bởi lớp vỏ có hai phần, vỏ của nó chứa silic và pectin. Tảo *Diatom* là thành phần quan trọng của chuỗi thức ăn trong môi trường nước mặn, lợ và ngọt. Tuy nhiên tảo nước mặn *Pseudonitzschia pungens* *P.australis* và *P.serriata* của nhóm *Diatom* sinh ra axit domoic có độc tính cao, axit này gây ra hội chứng lãng quên đối với người, gọi là hội chứng quên do giáp xác ngộ độc. Hội chứng lãng quên có nguyên nhân là do ăn các loài giáp xác sống trong nước có *Pseudonitzschia*. Hội chứng lãng quên bao gồm: chuột rút cơ bụng, mất phương hướng, dễ quên tạm thời, trong một vài trường hợp có thể chết. Hội chứng lãng quên do giáp xác nhiễm độc do tảo đầu tiên xuất hiện ở vùng ven biển đông Canada, sau đó xuất hiện ở khắp nơi trên thế giới. Hiện chưa có bằng chứng về sự ngộ độc của cá và nhuyễn thể do loại tảo này.

Một loại tảo nước mặn khác trong nhóm tảo *Diatom*, *Chaetoceros* có gai (lông) cứng, dễ gây và bám vào các tế bào mang. Do bám vào mang, chúng dễ gây tổn thương cho mang cá, viêm, xung. Do viêm

nhễm các tế bào mang cá có thể bị kích thích mạnh ảnh hưởng đến quá trình hô hấp. Cá hồi thái bình dương và Atlantic nuôi lồng bị hao hụt nhiều có liên quan đến sự bùng nổ của loại tảo này. Chúng chết do tác động liên quan đến hô hấp hoặc các hiệu ứng thứ cấp khác như viêm nhiễm. Không có số liệu liên quan đến các ao nuôi cá, nhuyễn thể, nhưng cũng có thể sẽ xuất hiện vấn đề trên đối với ao nuôi ven biển do dùng nước biển để nuôi trồng.

Chloromonads

Một vài loại tảo thuộc lớp *Raphidophyceae* hay *Chloromonads* gây hại cho cá khi chúng bùng nổ. Một vài loại tảo hại này cũng tìm thấy trong nước ngọt, nhưng loài gây hại chủ yếu trong môi trường nước lợ, nước mặn. Loại tảo này gây hại cho cá nuôi lồng ở nhiều nơi thuộc vùng ôn đới như Nhật, Canada, British Columbia. Điều kiện phát triển tối ưu của loại tảo này thay đổi: độ muối 15 - 50‰, tối ưu là 20 - 30‰, nhiệt độ: 10 - 30°C, tối ưu là 15 - 25°C. Bùng nổ tảo xảy ra trong thời kỳ nắng và thường tụ lại gần mặt nước. Độc tính đối với thủy động vật do tảo *Chloromonads* là do chúng sinh ra các chất độc thần kinh và tiêu máu.

Cá chết khi tiếp xúc với tảo độc rất có thể do độc thần kinh sinh ra khi tảo bùng nổ và một số tổn thương mang cá ảnh hưởng đến hô hấp. Các ao nuôi không gặp vấn đề tảo *Chloromonads* nhưng cũng cần đề phòng khi dùng nước biển, tốt hơn cả là nên chọn vị trí ao nuôi thích hợp.

Bài 10

ĐÁNH GIÁ Ô NHIỄM NƯỚC NUÔI TRỒNG

- Nước nuôi thủy sản có thể bị ô nhiễm từ nhiều nguồn khác nhau: từ nguồn vào, từ hoạt động công nghiệp, nông nghiệp, sinh hoạt của vùng lân cận, từ chính hoạt động nuôi trồng thủy sản.
- Tác nhân gây ô nhiễm nguồn nước nuôi: chất huyền phù, khoáng chất, một số loại khí, chất hữu cơ, kim loại nặng, động vật hoang dại và đặc biệt là các loại thuốc trừ dịch bệnh.
- Độc tính của kim loại nặng (Al, Sb, As, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Zn, Pb...) đối với thủy động vật, ngoài mức nồng độ ô nhiễm còn phụ thuộc vào điều kiện môi trường, trước hết là pH, tiếp sau đó là độ cứng và độ kiềm của nước. Nhìn chung với pH, độ cứng, độ kiềm của nước cao thì độc tính của kim loại nặng sẽ giảm.
- Trong các loại thuốc diệt dịch thì thuốc trừ sâu (côn trùng) có độc tính cao, đặc biệt là loại chất hữu cơ chứa clo. Vì lý do đó nên phần lớn thuốc trừ sâu họ clo bị cấm hoặc hạn chế sử dụng, thay vào đó là loại hợp chất chứa lưu huỳnh và photpho. Độc tính của các chất trừ sâu có thể khác biệt nhau tới hàng ngàn lần.
- Vật nuôi có thể bị chết do các độc tố, tuy vậy việc đánh giá độc tính đối với vật nuôi rất khó khăn do nhiều yếu tố có liên quan. Vì lý do đó khi đánh giá cần phải xem xét đồng thời nhiều yếu tố mới mong tìm được nguyên nhân cũng như giải pháp khắc phục.

Thủy động vật rất nhạy cảm với chất lượng nước nuôi, nước nuôi có chất lượng tốt là một trong những yếu tố quan trọng nhất để nuôi trồng thủy sản đạt hiệu quả. Rất nhiều các nguồn nước khác nhau được sử dụng và ô nhiễm nguồn nước nuôi có thể là từ nước nguồn và cũng có thể ô nhiễm sinh ra trong quá trình nuôi. Tạp chất gây ô nhiễm khá đa dạng: chất huyền phù, kim loại nặng, chất hữu cơ, chất bảo vệ thực vật, hoá chất, dinh dưỡng (N, P), các loại vi sinh vật gây bệnh.

Kiểm soát được chất lượng nước là điều luôn mong muốn, tuy vậy việc thực hiện không phải khi nào cũng nằm trong tầm tay. Trong các phần trước, các vấn đề được đề cập tới là những tác động của các quá trình vật lý, hoá học, sinh học xảy ra trong các ao nuôi. Trong phần này vấn đề được tập trung trình bày là các yếu tố tác động từ bên ngoài lên chất lượng của nước nuôi.

10.1. Ô NHIỄM NGUỒN NƯỚC

Ô nhiễm do chất huyền phù, khoáng chất và khí

Chất gây đục cho nước chủ yếu do quá trình xói mòn đất tại các lưu vực nước hoặc từ các kênh mương dẫn nước vào ao nuôi. Trồng cây cỏ ở các vùng đất dễ bị xói mòn sẽ hạn chế được chất huyền phù thâm nhập vào nước, xây dựng bể lắng trước khi đưa nước vào ao nuôi sẽ hạn chế độ đục của ao. Nước ngầm và nước ao thường chứa ít chất huyền phù.

Nguồn chất hữu cơ và chất dinh dưỡng có nguồn gốc chủ yếu từ các hoạt động nông nghiệp trong lưu vực nước, ví dụ trong các vùng đầm lầy, rừng ngập nước.

Nuôi tôm cá thâm canh sử dụng lượng thức ăn lớn cũng gây ô nhiễm cho nước nuôi, thức ăn thừa và các chất bài tiết gây ra nồng độ đạm và photpho cao trong nước, thúc đẩy tảo phát triển mạnh gây thiếu oxy về ban đêm.

Nước ngầm thường chứa nhiều photpho dễ gây hiện tượng tảo bùng nổ. Nước ngầm giàu photpho thường có độ kiềm cao và độ cứng thấp (Ca, Mg). Loại nước này thường thấy ở vùng đất ven bờ, lớp đất bề mặt chứa nhiều đá vôi và đất ở vùng đó ngậm nhiều muối (NaCl) do quá trình trao đổi ion. Natri có nhiều trong đất vì trước đó nó tiếp xúc với nước biển, dần dần nước biển bị nước ngọt thế chỗ. Nước ngọt chảy qua vùng đất chứa nhiều natri thì xảy ra trao đổi ion giữa Ca, Mg trong nước với Na trong đất. Nước trở nên mềm hơn (ít canxi, magie) nhưng kiềm thì ít thay đổi. Các nguồn nước có độ kiềm cao, độ cứng thấp có tính năng thay đổi pH trong khoảng lớn (tính đệm thấp) khi quá trình quang hợp diễn ra mạnh. Có một số ao sử dụng nước mềm, độ kiềm cao có thể có giá trị pH tới 11 vào buổi chiều, gây chết tôm, cá.

Một số nguồn nước ngầm chứa sắt, mangan, đó là các nguồn nước ngầm mạch nông có pH thấp. Thông thường sắt và mangan bị oxy hoá với oxy trong nước tạo thành chất kết tủa lắng xuống đáy. Nhìn chung chúng ít gây hại.

Nước ngầm thường là thiếu oxy, chứa nhiều khí carbonic vì vậy trước khi đưa vào ao cần làm thoáng khí để tăng oxy và giảm khí CO₂. Thoáng khí có thể tiến hành bằng cách phun mưa hoặc cho rơi đập vào mặt sàng. Khi nuôi cá, tôm giống thì việc làm thoáng khí là rất quan trọng. Nước ngầm đôi khi cũng chứa các tạp chất khác như amoniac, nitrat, muối ăn, hydro sunfua.

Hydro sunfua là độc tố rất có hại, đặc biệt trong môi trường axit. Nhìn chung nước ngầm thường có chất lượng tốt cho nuôi trồng thủy sản nhưng giá thành khai thác cao.

Ô nhiễm chất hữu cơ

Nước nuôi trong các vùng rừng ngập nước hoặc có nhiều cây cỏ, rong rêu thường có màu bởi sự có mặt của các chất hữu cơ tanin, các chất humic, các chất trên cũng có mặt trong các ao hồ được xây dựng trên nền đất chứa nhiều chất hữu cơ, ví dụ than bùn.

Tanin và humic gây màu cho nước, hạn chế quá trình quang hợp của tảo. Bón vôi sẽ làm giảm nồng độ các chất hữu cơ trên. Nước cấp cho ao nuôi đôi khi cũng bị nhiễm bởi các chất hữu cơ tan, không tan có nguồn gốc từ sinh hoạt, hoạt động công nghiệp, nông nghiệp. Một số nơi sử dụng nước thải để nuôi, nước thải chứa nhiều chất hữu cơ (đánh giá thông qua chỉ số COD - nhu cầu oxy hoá học), chất hữu cơ sẽ bị vi sinh phân hủy, trong khi phân hủy vi sinh vật lấy oxy làm giảm oxy của nguồn nước. Nguy cơ thiếu oxy trong các ao nuôi có sử dụng nước thải là rất cao. Lượng chất hữu cơ có khả năng sinh hủy, BOD, lớn hơn $5 \text{ mgO}_2/\text{l}$ thì được coi là ô nhiễm chất hữu cơ.

Ô nhiễm sinh học

Cá ngoài môi trường tự nhiên hoặc các động vật khác cũng có thể xâm nhập vào ao nuôi khi lấy nước mặt từ ngoài vào. Loại này có thể sinh sôi trong ao, cạnh tranh thức ăn với vật nuôi và thậm chí ăn thịt vật nuôi. Khi bơm nước vào ao cần chặn lưới tại đầu vào để hạn chế sự xâm nhập của chúng.

Bệnh tật cũng có thể xâm nhập vào ao nuôi do các loại vi sinh gây bệnh sống tự do trong nước hoặc ký sinh trên các động vật khác.

Vi sinh vật gây bệnh thường rất nhỏ nên không thể ngăn ngừa bằng biện pháp lọc. Tránh lấy nước tại những nguồn bị nhiễm nước thải từ các ao nuôi để đề phòng lây nhiễm từ ao nọ sang ao kia. Rất hiếm các biện pháp khử trùng hiệu quả áp dụng được trong thực tế, ở một số nơi của Châu Á, nước trước khi đưa vào ao nuôi tôm thường được khử trùng với clo hoạt tính.

Dạng vi khuẩn coli, kể cả vi khuẩn đường ruột E -coli thường có trong chất thải của người và động vật máu nóng. Mật độ của vi khuẩn thường được tính theo số lượng vi khuẩn/100 ml nước (MPN). Chỉ số cao của E.coli trong nước là dấu hiệu của mầm bệnh từ người, từ nước hoặc từ thức ăn. Bộ môi trường của Mỹ (1977) quy định về tiêu chuẩn nước bể bơi như sau: Lấy ít nhất 5 mẫu nước trong vòng 30 ngày, trị số trung bình đối với vi khuẩn đường phân (fecal coliform) không vượt quá 200/100 ml, không quá 10% số mẫu vượt

400/100 ml. Nước nuôi loài giáp xác đòi hỏi tiêu chuẩn cao hơn: Trị số trung bình không vượt 14/100 ml trong đó 10% số mẫu không vượt 43/100 ml. Vi khuẩn gây bệnh không những có thể lây nhiễm từ ao nọ sang ao kia mà còn gây nhiễm ở các khu vực nhận nước khi tháo nước để thu hoạch. Nguy cơ gây nhiễm bệnh cao từ nước thải của các ao nuôi có bón phân hữu cơ, vì sinh gây bệnh tồn tại trong nước hoặc trên vật nuôi bị sống ra khỏi ao khi thu hoạch.

Ô nhiễm do thuốc trừ dịch

Rất nhiều loại hoá chất được sử dụng để diệt dịch bệnh trong ao nuôi. Các hoá chất bao gồm các loại: diệt côn trùng, diệt nấm, diệt cỏ, diệt bọ mát, diệt ấu trùng dạng sợi.

Trong các loại hoá chất kể trên, độc tính cao nhất thuộc loại chất diệt côn trùng. Những thuốc diệt sâu thuộc họ cơ - clo (chất hữu cơ chứa clo) như DDT, taxophene, endrin... có độc tính cao, dễ tích lũy trong cơ thể sinh vật và trở, khó phân hủy.

Rất nhiều loại hợp chất trên hiện đã bị cấm sử dụng (DDT) hoặc được sử dụng rất hạn chế. Họ thuốc trừ sâu hay được sử dụng hiện nay là loại chứa photpho, lưu huỳnh (carbamat). Họ chất này dễ phân hủy hơn trong môi trường và khả năng tích lũy trong cơ thể sinh vật thấp hơn, tuy nhiên một số chất cũng rất độc đối với vật nuôi và thủy động vật.

Một số chất diệt nấm, diệt bọ mát, diệt ấu trùng dạng sợi cũng có tính độc đáng kể đối với thủy động vật. Chất diệt nấm là đối tượng cần quan tâm đối với các ao nuôi tôm vì chúng hay được sử dụng với lượng khá lớn để bảo vệ chuối và một số cây ăn quả vùng nhiệt đới trồng xung quanh khu vực nuôi tôm. Chất diệt cỏ ít độc đối với thủy động vật, chỉ độc đối với thực vật, khi bị nhiễm vào ao nuôi chúng hạn chế quá trình quang hợp.

Simazine là chất rất độc đối với tảo, dùng để kiểm soát tảo, hiệu quả diệt tảo kéo dài khá lâu dẫn đến thiếu oxy trong nước. Đồng sunfat là chất diệt tảo phổ biến và độc đối với cá cũng như các loại động vật thủy sinh khác.

Chủng loại các chất hoá học dùng trong nuôi trồng thủy sản khá phong phú và tính độc của từng loại là khác nhau. Người sản xuất phải có chỉ dẫn về độc tính của sản phẩm, liều lượng và cách thức sử dụng. Từ giá trị liều chết 96-h LC50 cũng có thể sơ bộ xác định được độc tính của các loại hoá chất. Với phần lớn các hoá chất, nồng độ hoá chất tối đa cho phép (Maximum Allowable Toxicant Concentration; MATC) được xác định bằng cách lấy giá trị 96-h LC50 nhân với 0,01 (bằng 1% của 96-h LC50), điều đó có nghĩa là nồng độ tối đa cho phép là rất thấp. Ví dụ giá trị 96-h LC50 của ethyl parathion đối với cá mang xanh là 24 µg/l, giá trị nồng độ tối đa cho phép sẽ là 0,24 µg/l. Rất nhiều loại hoá chất có tốc độ phân hủy nhanh và trong nhiều trường hợp tác nhân gây hại chỉ là một chất nên liều lượng có thể chấp nhận là 10% của giá trị 96-h LC50.

Bảng 10.1 ghi lại một số giá trị 96-h LC50 của một số hoá chất dùng trong nuôi trồng thủy sản.

Bảng 10.1. Độc tính của một số loại hoá chất

Tên thương phẩm	96-h LC50 (µg/l)
Chất trừ sâu chứa clo	
DDT	8,6
Endrin	0,61
Heptachlor	13
Lindan	68
Toxaphene	2,4
Aldrin	6,2
Thuốc trừ sâu chứa photpho	
Diazinon	168
Ethion	210
Malathion	103
Methyl parathion	4380
Ethyl parathion	24
Guthion	1,1

Bảng 10.1 (tiếp)

Thuốc trừ sâu chứa lưu huỳnh	
Carbofuran	240
Carbaryl (Sevin)	6760
Aminocarb	100
Propoxur	4800
Thiobencarb	1700
Thuốc trừ sâu pyrethrum (Kim cúc)	
Permethrin (tổng hợp)	5,2
Pyrethrum tự nhiên	58
Thuốc trừ sâu khác	
Diflubenzuron	> 100.000
Dinitrocerol	360
Methoprene	2900
Mirex	> 100.000
Dimethoate	6000
Chất diệt cỏ	
Dicamba	> 50.000
Dichlorbenil	120.000
Diquat	245.000
2,4 - D (phenoxyl)	7500
2,4,5 - T (phenoxyl)	45.000
Paraquat	13.000
Simazin	100.000
Chất diệt nấm	
Fenaminosulf	85.000
Triphenyltin hydroxit	23
Anilazine	320
Dithianon	130
Sulfenimide	59

Ô nhiễm do kim loại

Các ion kim loại sau có độc tính đối với thủy động vật: nhôm, bari, beri, cadmi, crôm, đồng, sắt, chì, mangan, thủy ngân, nickel, selen, bạc, kẽm.

Nhôm sunfat hoặc PAC được sử dụng làm chất keo tụ, nhôm sunfat có thể thấm từ nguồn đất, ngoài tác dụng làm trong nước, phèn nhôm, PAC cũng được sử dụng để loại bớt photpho. Đồng sunfat đôi khi được sử dụng để diệt bớt tảo trong ao nuôi. Các kim loại khác rất ít khi được sử dụng. Trên các vùng đất nhiễm phèn sunfat (chua) nồng độ nhôm, sắt, mangan và một số kim loại khác thường là cao do thấm từ đất vào ao, do axit của nước hoà tan chúng. Nếu nguồn nước có đủ độ kiềm (pH cao, độ kiềm lớn) thì các ion kim loại trên sẽ trở thành dạng kết tủa, lắng xuống đáy ao và không gây hại. Nếu lượng kiềm không đủ, pH thấp thì các ion kim loại trên nằm ở dạng tan, gây hại cho động vật thủy sinh. Nếu đáng quan tâm về độc tính của kim loại nặng thì chỉ là loại có nguồn gốc ô nhiễm từ hoạt động nông nghiệp và công nghiệp ở vùng lân cận ao nuôi, ô nhiễm kim loại nặng hầu như không xảy ra đối với ao nuôi trừ trường hợp dùng quá nhiều muối đồng để diệt tảo. Tuy nhiên cũng cần điểm qua độc tính của một số kim loại.

Mưa axit là hiện tượng không hiếm gặp hiện nay do không khí bị nhiễm nhiều loại axit (CO_2 , SO_2 , NO_x). Ao bị nhiễm mưa axit có nồng độ nhôm, mangan và kẽm khá cao, pH càng thấp thì nồng độ các kim loại trên càng lớn. Khi pH của nước thấp hơn 5 thì lượng nhôm có thể đạt 100 – 1000 $\mu\text{g/l}$, mangan 50 – 100 $\mu\text{g/l}$ và kẽm là 20 – 50 $\mu\text{g/l}$. Sự có mặt đồng thời của kim loại và axit cao (pH thấp) gây tác hại lớn hơn so với khi chỉ tồn tại một yếu tố đơn độc. Bột đá vôi thường được sử dụng để trung hoà axit cho ao nuôi, nước nuôi ít khi có giá trị pH nhỏ hơn 6, thường là trên 7. Trong điều kiện đó thì nồng độ các kim loại trong nước thấp.

Trong môi trường nước có pH > 7,5 độc tính của nhôm sunfat không cao, nồng độ nhôm sunfat từ 20 – 100 mg/l (1,6 – 8 $\text{mgAl}^{3+}/\text{l}$) không có khả năng giết chết cá vì phần lớn lượng nhôm trên nằm ở

dạng không tan. Trong nguồn nước mà độ kiềm lớn hơn vài mg/l thì nhôm hầu như không thể hiện độc tính nhưng là độc đối với tôm cá ngay với mức nồng độ 0,1 - 0,2 mgAl³⁺/l khi pH của nước thấp.

Antimon là một kim loại nặng có thể tồn tại trong nước tự nhiên tuy với nồng độ thấp và chỉ đáng kể khi nguồn nước nuôi bị nhiễm bởi khai mỏ, khai khoáng hoặc chất thải nào đó. Úc, New Zealand có nghiên cứu về độc tính của kim loại này và cho biết antimon độc đối với cá nước ngọt ở nồng độ khoảng 0,6 mg/l. Họ khuyến cáo nồng độ của antimon trong ao nuôi nước ngọt không quá 30 µg/l và 500 µg/l trong nước mặn.

Asen gây độc cấp tính đối với tảo nước ngọt với nồng độ ở mức 50 µg/l nhưng độc tính đối với cá ở mức nồng độ 800 µg/l. Úc và New Zealand quy định mức an toàn về asen trong ao nuôi là 50 µg/l.

Bari là thành phần hợp chất dùng trong công nghệ luyện kim, sơn, thủy tinh, khoan dầu mỏ, điện tử và trong một số thuốc chữa bệnh. Nếu trong nước có bari là do nguồn nhiễm ngoại lai. Nhìn chung độ tan của bari trong nước thấp. Bari với nồng độ khoảng 50 mg/l có thể gây độc cấp tính, nhưng rất khó có thể tìm được nguồn nước có nồng độ từ 10 – 20 mg/l. Bộ môi trường của Mỹ quy định 1 mg/l là nồng độ tối đa đối với sự an toàn của thủy động vật.

Beri ít khi có mặt trong nước tự nhiên với một mức nồng độ đáng quan tâm trừ trường hợp bị ô nhiễm do chất thải của công nghệ luyện kim. Độc tính của beri chịu ảnh hưởng rất lớn của độ kiềm và độ cứng của nước vì muối của beri với carbonat hoặc beri hydroxit có độ tan rất thấp. Kết quả đánh giá cho thấy giá trị 96-h LC50 đối với cá khổng tước phụ thuộc vào độ cứng của nước như sau: 0,16 mgBe/l khi độ cứng là 22 mg/l; 6,1 mgBe/l với độ cứng là 150 mg/l; 13,7 mgBe/l khi độ cứng là 275 mg/l, 16 mgBe/l ứng với độ cứng 400 mg/l. Nồng độ tối đa cho phép là 11 µgBe/l đối với nước mềm và 1100 mgBe/l đối với nước cứng.

Nồng độ cadmi trong nước tự nhiên rất thấp, nó có mặt trong một số loại quặng nên có thể tích tụ trong đất cạnh nơi khai mỏ hoặc luyện quặng. Cadmi được sử dụng khá rộng rãi trong công nghệ,

trong các chất thải mạ, chất màu, dẹt và hoá chất. Nồng độ cadmi cao trong ao nuôi là do bị ô nhiễm. Cũng giống như hầu hết kim loại khác, độ tan của cadmi giảm khi pH tăng. Liều 7 ngày LC50 của cadmi đối với cá hồi là 0,92 µg/l với độ cứng 23 mg/l và 9 µg/l với độ cứng là 292 mg/l. Nồng độ tối đa cho phép của cadmi đối với cá ở vùng nước lạnh là 0,4 µg/l trong nước mềm và 4 µg/l trong nước cứng. Đối với cá ở vùng nước ấm giá trị tương ứng là 4 và 12 µg/l (tiêu chuẩn của Cục môi trường Mỹ 1977).

Crôm là thành phần ít gặp trong các nguồn nước tự nhiên, nó được dùng khá phổ biến trong công nghệ luyện kim, mạ bề mặt kim loại, thuộc da. Nước thải mạ và thuộc da chứa nồng độ crôm khá cao, tới vài chục mg/l. Crôm trong nước tồn tại ở hai dạng Cr^{6+} (CrO_4^{2-}) và Cr^{3+} . Cr^{6+} độc hơn Cr^{3+} và khó lắng hơn.

Giá trị 96-h LC50 của crôm đối với loại cá ăn muối nằm trong khoảng 56 – 135 mg/l. Nồng độ crôm 1 mg/l không gây hại đối với cá nhưng gây hại các loại thủy động vật khác vì vậy giới hạn 0,05 mg/l được cho là an toàn. Cục môi trường Mỹ quy định giới hạn nồng độ tối đa cho phép đối với crôm là 100 µgCr/l (1977).

Đồng có tồn tại trong nguồn nước tự nhiên với nồng độ thấp. Đồng được sử dụng nhiều trong công nghệ: dây dẫn điện, mạ kim loại, chế tạo hợp kim, hoá chất, sơn, bảo quản gỗ, thuốc diệt cỏ. Vì vậy nước cũng dễ bị nhiễm đồng.

Độc tính của đồng phụ thuộc vào độ cứng và độ kiềm của nước: Độc tính giảm khi yếu tố kia tăng, độc tính đối với mỗi loại là khác nhau. Cục môi trường Mỹ quy định nồng độ tối đa cho phép đối với đồng bằng 10% của 96-h LC50. Giá trị 96-h LC50 của đồng đối với cá mang xanh phụ thuộc vào độ cứng như sau: 250 µg/l khi độ cứng là 52 mg/l; 440 µg/l khi độ cứng là 280 mg/l và 640 µg/l với độ cứng là 287 mg/l. Trên cơ sở nghiên cứu đối với từng loài cá, giá trị nồng độ tối đa cho phép đưa ra có khác nhau, nằm trong khoảng rộng, từ 5 – 188 µg/l. Độ kiềm có tác dụng hạn chế độc tính của đồng nên các nhà nuôi tôm có kinh nghiệm cho rằng liều lượng đồng sunfat sử dụng để diệt tảo có thể bằng 1% của độ kiềm. Ví dụ nếu độ kiềm là

100 mg/l thì có thể dùng 1 mg/l đồng sunfat (xấp xỉ 250 $\mu\text{gCu/l}$). Do đồng lắng rất nhanh nên nồng độ trên nằm trong mức an toàn.

Kẽm cũng là nguyên tố có trong nước nhưng nồng độ khá thấp, ít khi vượt quá 100 $\mu\text{g/l}$. Kẽm được sử dụng trong công nghệ mạ, chất màu nên có điều kiện thâm nhập vào nước. Độc tính của kẽm được đánh giá khá kỹ. Giá trị 96-h LC50 của kẽm tăng khi độ cứng của nước giảm. Ví dụ giá trị nồng độ tối đa cho phép của kẽm: 50 $\mu\text{gZn/l}$ với độ cứng 0 – 150 mg/l; 100 $\mu\text{gZn/l}$ khi độ cứng là 150 – 300 mg/l; 300 $\mu\text{gZn/l}$ khi độ cứng là 300 – 400 mg/l; 600 $\mu\text{gZn/l}$ khi độ cứng lớn hơn 400 mg/l.

Xianua là chất độc, là chất thải của mạ, hoá chất, khai khoáng, xianua gây độc cấp tính đối với cá ở khoảng nồng độ 50 – 200 $\mu\text{g/l}$. Nồng độ tối đa cho phép là 5 $\mu\text{g/l}$ (Úc, New Zealand 1992).

Sắt tan ít trong nước mặt, nơi chứa nhiều oxy hoà tan. Khả năng tạo phức (kết hợp) với chất hữu cơ của sắt cao nên rất ít khi nó đạt tới nồng độ 0,5 - 1,0 mg/l trong các ao nuôi. Người ta chưa thấy tác hại của sắt đối với vật nuôi ở mức nồng độ 1 mg/l hay cao hơn trong điều kiện môi trường hiếu khí. Trong môi trường axit (pH thấp) hoặc yếm khí, nồng độ Fe^{2+} có thể rất cao, tới 100 mg/l. Tuy nhiên khi được sục khí và pH > 6 thì sắt sẽ chuyển thành dạng hydroxit không tan và dễ lắng. Sắt hydroxit có độc tính đối với cá và các loại thủy động vật khác với nồng độ 1,0 mg/l hoặc cao hơn, tuy vậy chưa thấy bằng chứng nào trong các ao nuôi. Tuy vậy sắt hydroxit gây một số phiền toái đối với các thiết bị, dụng cụ, đồ đựng trong quá trình sản xuất.

Mangan cũng giống như sắt, có nồng độ cao trong các nguồn nước chua và yếm khí. Nếu được sục khí (pH cao) thì mangan dễ kết tủa và lắng. Mangan cũng dễ tạo phức với chất hữu cơ trong nước và tồn tại ở dạng tan. Giá trị 96-h LC50 đối với cá hồi của mangan là 16 mg/l. Nồng độ gây chết của mangan đối với thủy động vật là 40 – 2400 mg/l và vì vậy mức 1,0 mg/l được coi là giới hạn an toàn.

Chì có nồng độ thấp trong các nguồn nước tự nhiên, ít khi quá 50 $\mu\text{g/l}$. Chì thâm nhập vào nước từ các nguồn thải: khai khoáng, luyện kim, hoá chất, sơn, nhựa, ắc quy và xăng. Vì vậy chì là chất

gây ô nhiễm khá thông dụng. Chì tồn tại trong quặng ở dạng các hợp chất: sunfua, sunfat, carbonat, chlorophotphat. Các hợp chất này có độ tan thấp nhưng có thể tạo cặp ion với hydroxit và carbonat trong nước. Độ tan của chì phụ thuộc vào độ cứng của nước, từ 3 $\mu\text{g/l}$ trong nước cứng, tới 500 $\mu\text{g/l}$ trong nước mềm. Chì có khả năng tích lũy cao trong cơ thể động vật, kể cả ở người vì nó tạo ra phức chất rất bền với một số thành phần trong tế bào (amin, carboxyl, sulfhydryl) vì vậy nó gây độc. Cục môi trường Mỹ đã tổng kết độc tính của chì đối với cá (1977) qua giá trị 96-h LC50. Giá trị này nằm trong khoảng 0,8 đến 542 mg/l, phụ thuộc vào loại cá, kích cỡ cá và điều kiện chất lượng nước nuôi. Đối với cá mang xanh loại nhỏ (1- 2 g/con) giá trị 96-h LC50 là 23,8 mg/l với độ cứng của nước là 20 mg/l; 422 mg/l khi độ cứng là 360 mg/l. Cá sống trong vùng nước ấm dễ bị chì đầu độc hơn so với cá sống trong nước lạnh. Giá trị nồng độ tối đa cho phép được cục môi trường Mỹ (1977) quy định bằng 1% của giá trị 96-h LC50.

Thủy ngân tồn tại trong nước tự nhiên với nồng độ rất thấp, ngay kể cả ở các dòng nước bị ô nhiễm cũng thường không quá 0,1 $\mu\text{g/l}$. Thủy ngân được sử dụng trong một số ngành nghề: khai thác khoáng sản, nông nghiệp, công nghiệp, y học, hoá chất và vì vậy có khả năng thâm nhập vào các nguồn nước. Thủy ngân có độc tính rất cao tích lũy trong thực phẩm và đầu độc người. Thủy ngân có độc tính cao đối với thủy động vật. Giá trị 96-h LC50 của thủy ngân đối với thủy động vật nằm trong khoảng 10 – 40 $\mu\text{g/l}$. Cục môi trường Mỹ qui định (1977) giá trị nồng độ tối đa cho phép của thủy ngân đối với thủy động vật trong nước ngọt là 0,05 $\mu\text{g/l}$ và trong nước biển là 0,1 $\mu\text{g/l}$.

Nickel (kẽn) thường có trong các nguồn nước ngọt với nồng độ thấp hơn 100 $\mu\text{g/l}$. Nickel được sử dụng khá rộng rãi trong công nghiệp (mạ, luyện kim) nên cũng dễ gây ô nhiễm cho nước. Giá trị 96-h LC50 của nickel đối với thủy động vật là 4,6 - 9,8 mg/l trong nước mềm, 39 – 42 mg/l trong nước cứng. Hiện có rất ít số liệu về độc tính của nickel đối với thủy động vật, vì vậy Cục môi trường Mỹ đưa ra số liệu về nồng độ tối đa cho phép là bằng 1% của giá trị 96-h LC50. Dựa trên quy định này ta có thể cho rằng nồng độ tối đa cho

phép đối với nickel là 50 $\mu\text{g/l}$ trong nước mềm và 400 $\mu\text{g/l}$ trong nước cứng.

Selen có thể xâm nhập vào nước qua nước chảy tràn hoặc thấm qua vùng đất chứa selen, selen cũng tồn tại trong tro than đá là chất thải của nhà máy nhiệt điện, bột giấy, xi măng. Giá trị 96-h LC50 của selen đối với các loại cá là khác nhau nằm trong khoảng 2,1 - 28,5 mg/l. Theo Cục môi trường Mỹ (1977) giá trị nồng độ tối đa cho phép bằng 1% của giá trị 96-h LC50. Với nồng độ bằng 1% như trên có thể là an toàn nhưng sự có mặt của selen dẫn đến làm chậm tốc độ phát triển của vật nuôi.

10.2. ĐÁNH GIÁ ĐỘC TÍNH

Đánh giá về độc tính thường chỉ được tiến hành khi quan sát thấy tỷ lệ tử vong cao ở vật nuôi. Để có thể áp dụng các giải pháp khắc phục thích hợp thì cần phải tìm được nguyên nhân. Hiện tại chưa có được các phương pháp tiêu chuẩn để nghiên cứu cá tôm bị chết do đầu độc. Cần phải quan sát đồng thời nhiều yếu tố để có thể rút ra những kết luận thoả đáng về nguyên nhân cũng như nguyên nhân chính để tìm cách khắc phục.

10.2.1. TRẬT TỰ THỜI GIAN VÀ BẢN CHẤT ĐỘC TÍNH

Khi nghiên cứu về thời gian và bản chất độc tố những vấn đề sau đây cần phải được làm rõ:

Sự kiện nhiễm độc xảy ra khi nào?

Nhiễm độc xảy ra mang tính cấp tính (nhất thời) hoặc trong thời gian dài?

Chỉ nhiễm độc đối với vật nuôi hay cả các loại động vật và thực vật cũng bị chết?

Có phải chết tất cả hay chỉ một phần?

Có phải tất cả tôm cá có độ lớn (kích thước) khác nhau cùng bị chết hay chỉ thuộc một loại kích cỡ nào đó?

Trước khi bị chết vật nuôi có biểu hiện bất thường nào không?

Có hiện tượng các loại thủy động vật nào khác ngoài ao cũng bị chết?

Trên các con vật bị chết có dấu hiệu đặc biệt nào không?

Làm sáng tỏ được những câu hỏi trên là những bằng chứng rất có giá trị để tìm hiểu nguyên nhân.

Trong mùa lạnh, vật nuôi kém hoạt động và chất lượng nước thường tốt hơn so với mùa ấm. Vì vậy khả năng vật nuôi chết về mùa lạnh sẽ ít khi liên quan đến chất lượng nước nuôi. Thời điểm trong ngày lúc xảy ra vật nuôi chết rất quan trọng vì có thể là do thiếu oxy vào lúc sáng sớm trước khi mặt trời mọc, đó là lúc mà oxy có nồng độ thấp nhất và pH cũng thấp nhất trong ngày. Amoniac ít khi gây chết cho vật nuôi, tuy nhiên nếu có thì sẽ vào thời điểm chiều hôm trước khi mặt trời lặn vì lúc đó pH đạt giá trị cao nhất. Nếu quan sát thấy độc tính xuất hiện trong một thời điểm ngắn và cá tôm chỉ chết có một phần thì nhiều khả năng là do nguyên nhân bất chợt có liên quan đến chất lượng nước nuôi hoặc là do sự xuất hiện một độc tố nào đó mang tính ngắn hạn. Ví dụ thiếu oxy mà cá bị chết hàng loạt, sau đó (buổi chiều) nồng độ oxy trong nước tăng trở lại, môi trường sống trở lại lành mạnh và không xảy ra hiện tượng cá chết tiếp nữa. Hoặc khi nước bị ô nhiễm bởi kim loại nặng, một phần tôm, cá bị chết, trong một thời gian ngắn kim loại nặng bị lắng xuống hoặc tạo phức với chất hữu cơ, môi trường nước trở lại bình thường.

Hiện tượng tôm, cá chết kéo dài trong nhiều ngày hoặc nhiều tuần và ngày nào hoặc trong khoảng thời gian nhất định nào đó đều quan sát được thì lý do rất có thể là do chất lượng nước trong ao kém hoặc do bệnh tật, ký sinh trùng gây ra hơn là khả năng bị nhiễm độc từ ngoài ao thâm nhập vào. Tất nhiên, tình trạng đó cũng có thể bị gây ra bởi độc tố từ bên ngoài thâm nhập vào theo chu kỳ thường xuyên với nồng độ đủ gây hại cho vật nuôi.

Nhìn chung, độc tố bên ngoài thường gây ra chết cá, tôm hàng loạt, thiếu oxy, bệnh hay bệnh do ký sinh ít gây hiện tượng chết hàng loạt.

Trong trường hợp tảo chết và tôm cá cũng chết thì có thể dự đoán là do nước thiếu oxy. Nếu ao nuôi chứa thêm các loại tôm, cá khác ngoài vật nuôi và nhiều loại đều bị chết thì có thể dự đoán nguyên nhân cũng là do thiếu oxy hoặc chất lượng nước xấu hoặc là do độc tố từ bên ngoài hơn là do bệnh tật, ký sinh trùng.

Hiện tượng tôm, cá và các thủy động vật khác như côn trùng, nòng nọc, ốc đều chết thì có thể nghĩ đến nguyên nhân do một độc tố mạnh hoặc là một độc tố nào đó có nồng độ cao tồn tại trong ao. Cá nhỏ có thể sống sót trong điều kiện thiếu oxy nên khi chỉ cá to bị chết thì có thể nghĩ tới lý do thiếu oxy. Mặt khác cá to có khả năng chịu đựng tốt hơn khi tiếp xúc với chất độc so với cá nhỏ.

Biểu hiện của vật nuôi cũng rất quan trọng trong dự đoán nguyên nhân. Cá sống trong môi trường thiếu oxy thường nổi lên mặt nước và ngáp, bơi vào vùng nước nông. Thủy động vật khi bị nhiễm độc hoá chất thường có biểu hiện thất thường như bơi lòng vòng, bơi nghiêng.

Trong một số trường hợp, tôm cá chết xảy ra chỉ ở một vài khu vực (điểm) trong ao nuôi. Đó chính là khu vực bị độc, tức là địa điểm độc tố thâm nhập vào ao.

Sẽ rất có ích khi dự đoán nguyên nhân mà biết được liệu có các loại thủy động vật, động vật sống trên cạn gần khu vực xảy ra sự cố có bị chết không?. Động vật chết trong nguồn nước được sử dụng để tháo vào ao nuôi thì có thể cho rằng nguồn nước đó độc. Động vật trên đất liền chết xung quanh ao nuôi có sự cố rất có thể là do độc tố thâm nhập vào ao từ nước chảy tràn hoặc là do lắng đọng từ không khí. Cũng cần phải xem xét các ao nuôi của các hộ khác ở bên cạnh, nếu các ao bên cạnh cũng có hiện tượng chết của cùng một loại (ví dụ tôm) thì có thể dự đoán là do bệnh hay các nguyên nhân có liên quan đến thời tiết. Nếu hộ nuôi bên cạnh chia sẻ nước nuôi thì nguyên nhân có thể do ô nhiễm nước.

Sự tổn thương trên vật nuôi bị chết cũng có thể sử dụng để dự đoán nguyên nhân. Một số bệnh tật để lại những di chứng đặc trưng trên vật chết: mang cá bị đen, có màu tối có thể do nhiễm độc nitrit. Bệnh bọt khí để lại vết trắng loét trên thân vật chết và có thể nhận thấy những bọt khí nhỏ dưới da tại một số vùng của cơ thể. Một số loại độc tố gây kích thích tế bào sẽ gây ra trương nở tế bào của mang cá.

10.2.2. ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG VÀ QUẢN LÝ AO NUÔI

Phần lớn sự cố chết tôm, cá trong ao nuôi có nguyên nhân do chất lượng nước xấu bị gây ra bởi các yếu tố quản lý. Chất lượng nước nuôi cũng có thể bị ảnh hưởng bởi điều kiện thời tiết, từ đó ảnh hưởng đến nước hoặc các tạp chất từ không khí thâm nhập vào ao. Những vấn đề về môi trường và quản lý ao nuôi bao gồm:

- Điều kiện thời tiết gồm nhiệt độ, tốc độ gió, hướng gió, mây che trước ít nhất một tuần khi sự cố chết tôm cá xảy ra.
- Trước khi xảy ra sự cố có nước tràn vào ao nuôi hoặc có sử dụng nguồn nước ở ngoài để tháo vào ao nuôi không?
- Mật độ nuôi của ao, sản lượng dự đoán của vật nuôi (kg/ha), mức độ sử dụng thức ăn ra sao?
- Ao nuôi có được sục khí không? hoặc máy sục khí hoạt động có ổn định không?
- Có sử dụng hoá chất, kể cả bón phân cho ao không và liều lượng sử dụng là bao nhiêu?
- Có quan sát và nhận thấy bệnh tật không?
- Chất lượng nước tại ao nuôi.

Điều kiện thời tiết ảnh hưởng đến nồng độ oxy trong ao nuôi: lặng gió nhiều mây sẽ tạo ra nguy cơ thiếu oxy cao hơn so với thời tiết ít mây, gió mạnh. Thiếu oxy hay xảy ra ở vùng có khí hậu ấm hơn vùng có khí hậu lạnh do quá trình hô hấp của quần thể sinh vật tăng

khi nhiệt độ tăng. Gió mạnh có thể phá vỡ sự phân tầng nhiệt trong các ao sâu (phân tầng nhiệt là nước có nhiệt độ khác nhau ở các lớp nước khác nhau; trên: nóng, dưới: lạnh) và có thể cuốn các loại hoá chất sử dụng trong nông nghiệp vào ao. Nước chảy tràn có thể cuốn theo độc tố vào ao. Ao dùng nguồn nước từ ngoài sông, mương, hồ, giếng cũng có thể mang theo độc tố.

Ao nuôi với mật độ cao phải dùng lượng thức ăn tổng hợp hay phân bón lớn. Chất dinh dưỡng (đạm, lân) từ các nguồn này thúc đẩy tảo phát triển. Ao có nhiều tảo thường bị thiếu oxy vào mùa (ngày) ấm nóng nếu không sục khí cho ao. Tuy nhiên, sục khí không phải khi nào cũng đáp ứng được oxy cho nước vì không đủ hoặc khi máy sục khí trục trặc. Tình trạng thiếu oxy vẫn có thể xảy ra ngay đối với ao được sục khí. Nồng độ amoniac có thể rất cao trong các ao sử dụng nhiều thức ăn tổng hợp, dùng nhiều phân bón. Tôm, cá chết do amoniac cao ít gặp phải tuy đôi khi có hiện tượng đó xảy ra. Nồng độ nitrit cao có thể giết chết tôm, cá trong các ao nuôi sử dụng nhiều thức ăn tổng hợp. Hydro sunfua sinh ra trong các lớp bùn đáy yếm khí có thể giết chết tôm, cá. Ít xảy ra nhưng các loại tảo độc cũng có thể giết hại tôm, cá. Nguồn nước nuôi trong ao rất dễ bị ô nhiễm nên cần rất nhiều thông tin về mật độ nuôi, lượng thức ăn và phân bón sử dụng và chất lượng nước. Những chỉ tiêu quan trọng về chất lượng nước gồm: nhiệt độ, pH, nồng độ oxy hoà tan, mật độ tảo và các loại tảo, độ cứng, độ kiềm, amoniac, nitrit, hydro sunfua. Những thông số kể trên về chất lượng nước rất có ích khi đánh giá sự cố xảy ra để tìm cách khắc phục nhưng thường là ít được thu thập hoặc được xác định. Số liệu thu thập về chất lượng nước trong cả một giai đoạn luôn có ích khi xảy ra sự cố và số liệu có được sau sự cố cũng rất có ích. Tuy nhiên một số đặc trưng biến động rất nhanh, ví dụ giá trị pH hay hàm lượng oxy hoà tan thay đổi sau vài giờ sau sự cố, kéo theo là không thể sử dụng để xác định nguyên nhân của sự cố.

Sử dụng lượng hoá chất nào đó tới mức dư thừa cũng gây ra vật nuôi bị chết. Phân ure hay đạm amoni làm tăng nồng độ amoniac trong nước. Sử dụng vôi tôi hay vôi nung dư thừa sẽ làm tăng pH đột

ngọt, làm tăng độc tính của amoniac. Một số hoá chất sử dụng để trừ hay phòng dịch như thuốc tím, formalin hay đồng sunfat có thể trực tiếp đầu độc vật nuôi hay giết chết tảo gây ra hiện tượng thiếu oxy nếu sử dụng dư thừa.

Bệnh của vật nuôi có thể giết chết chúng, bệnh có thể đã hình thành trước đó một vài tuần trước khi vật nuôi bị chết, tức là có giai đoạn nhiễm bệnh. Chất lượng nước có ảnh hưởng đến khả năng chống đỡ bệnh tật của vật nuôi hoặc ngược lại làm trầm trọng hơn khả năng nhiễm bệnh.

Thức ăn cũng có thể là vật truyền dẫn độc chất. Đã có trường hợp xảy ra là thức ăn có chứa chất độc, ví dụ chất phòng dịch. Thức ăn tổng hợp có thể chứa độc tố có nguồn gốc từ nấm mốc nếu cất giữ trong điều kiện nóng, ẩm vì vậy cần quan tâm đến điều kiện cất giữ thức ăn. Khi xảy ra sự cố nên tìm hiểu xem người nuôi bên cạnh có sử dụng cùng nguồn thức ăn.

10.2.3. LÝ LỊCH AO NUÔI VÀ HOÀN CẢNH XUNG QUANH

Sự cố bất thường xảy ra trong ao nuôi có thể liên quan đến vùng đất hoặc các hoạt động hiện tại xung quanh vùng ao nuôi. Những vấn đề chính sau đây cần được làm sáng tỏ:

- Vùng đất ao trước đây.
- Liệu có độc tố nào tồn tại xung quanh khu vực ao nuôi?
- Ao được xây dựng như thế nào?
- Nguồn nước nào được sử dụng cho ao nuôi?
- Liệu có hoá chất độc hại nào được sử dụng xung quanh khu vực nuôi?, nếu có thì vào bao giờ và cách thức sử dụng?
- Liệu có chất thải bất thường nào có tiềm năng gây độc xung quanh khu vực nuôi không? liều lượng của chúng?
- Liệu có độc chất nào phát tán vào vùng xung quanh hoặc vào nước cấp không? liều lượng là bao nhiêu?

- Độc tính, độ tan, độ bền của độc chất như thế nào?
- Có những hoạt động nào được tiến hành xung quanh ao nuôi.

Vùng đất xây dựng ao có ý nghĩa quan trọng, vì độc chất tồn dư có thể tồn tại ở xung quanh ao. Ví dụ có gia đình nuôi cá rô phi trong ao mà trước đó vùng đất được trồng chuối. Để chống nấm cho chuối, một lượng rất lớn đồng sunfat được sử dụng, lượng tồn dư nằm lại trong đất, thấm vào nước và đầu độc cá. Ao nuôi đôi khi cũng được xây dựng trên các vùng đất canh tác nông nghiệp trước đó vì vậy nên sử dụng các lớp đất bề mặt để đắp vào giữa các bờ ao nhằm ngăn chặn chúng thấm vào nước ao nuôi. Rất nhiều ao nuôi sử dụng nguồn nước mặt, nguồn này có thể bị ô nhiễm bởi chất thải công nghiệp, nông nghiệp hay sinh hoạt.

Hoạt động khác xung quanh ao nuôi là đặc biệt quan trọng, chúng có thể cung cấp những chứng cứ về loại hình gây ô nhiễm có thể xuất hiện trong các ao nuôi. Ví dụ, ven một vùng nước nuôi có các nhà máy hoạt động thì nguồn nước nuôi dễ bị nhiễm kim loại nặng hoặc các hoá chất khác, nhất là các nhà máy có sử dụng nguyên liệu hoặc chế tạo những sản phẩm đặc thù. Ví dụ nước bị ô nhiễm kim loại nặng rất có thể do các nhà máy mạ điện hoặc nước bị nhiễm hợp chất phenol chứa clo là do các nhà máy sản xuất bột giấy hoặc chế biến, bảo quản gỗ. Điều rất quan trọng khác là biết được loại chất độc và thời điểm chúng xâm nhập vào nguồn nước. Ví dụ tại cánh đồng xung quanh ao nuôi vừa sử dụng thuốc bảo vệ thực vật hoặc một cơ sở công nghiệp vừa thải đột xuất một lượng lớn chất thải độc nào đó thì có thể chờ đợi một tác động bất lợi cho ao nuôi.

Cá chết do chất lượng nước nuôi kém và do bệnh là điều không hiếm gặp trong nuôi trồng thủy sản. Vì vậy khi biết chắc rằng một độc tố nào thâm nhập vào ao nuôi thì cũng chưa hẳn là bằng chứng xác đáng là nguyên nhân gây ra cá chết. Ví dụ xung quanh ao nuôi người ta có phun thuốc trừ sâu cho mùa màng và 2 ngày sau tất cả cá trong ao đều chết. Trước hiện tượng đó người ta dễ nghĩ là nguyên

nhân gây cá chết do thuốc trừ sâu, tuy nhiên cần thêm những thông tin khác trước khi kết luận. Giả sử thuốc trừ sâu có giá trị 96-h LC50 là 5 mg/l, lượng thuốc trừ sâu phun cho đồng ruộng là 10 kg/ha, ao nuôi có diện tích 8 ha với độ sâu của lớp nước là 1,5 m. Nồng độ thuốc trừ sâu trong nước chỉ là 0,005 mg/l tại thời điểm xảy ra cá chết. Thời gian tồn tại (bán phân hủy) của thuốc trừ sâu trong môi trường nước là 2 ngày. Giả sử tất cả lượng thuốc trừ sâu sử dụng cho đồng lúa thâm nhập tất cả vào nước thì nồng độ của nó trong nước cũng không vượt quá 0,08 mg/l.

Về mặt logic, nếu có phân tích nước thì sau 2 ngày nồng độ của thuốc trừ sâu trong nước không thể vượt 0,04 mg/l vì một nửa đã bị phân hủy. Vậy bằng bất cứ cách nào cũng sẽ nhận được kết quả là nồng độ thuốc trừ sâu trong nước không đủ giết hại cá, tức là không phải do nguyên nhân phun thuốc trừ sâu cho đồng ruộng. Cũng với điều kiện tương tự như đã trình bày trong phần ví dụ trên nhưng khác ở điểm là giá trị 96-h LC 50 của thuốc trừ sâu là 0,008 mg/l, thời gian bán phân hủy là 2 ngày thì rất có thể cá chết là do thuốc sâu.

Ví dụ trên chỉ ra rằng, để tìm được một nguyên nhân đúng cần phải kết hợp nhiều yếu tố, điều kiện.

Nhiều trường hợp, thuốc trừ sâu thâm nhập vào ao nuôi ở dạng sương phun (nhũ), chúng rơi vào mặt nước vì vậy nồng độ của chúng sẽ không giống nhau ở các độ sâu khác nhau và cũng không đều trên toàn bộ mặt ao.

Sự cố xảy ra trong ao nuôi có thể do nguyên nhân xảy ra trong nội bộ ao, có thể do các yếu tố thâm nhập từ ngoài vào ao và do cả hai loại yếu tố tác động đồng thời. Ví dụ, độ cứng và pH của nước nuôi có ảnh hưởng rất lớn đến độc tính của kim loại. Ví dụ, giả sử một nhà sản xuất dùng nhầm một lượng phèn nhôm để bón cho ao nuôi thay vì phải bón đá vôi, sau đó vào ban đêm cá chết hàng loạt. Phân tích chất lượng nước vào ngày hôm sau cho thấy: độ kiềm, pH của nước và hàm lượng nhôm không đủ giết hại cá mà có thể do nguyên nhân

khác. Ngược lại nếu độ kiềm rất thấp, pH có giá trị nhỏ hơn 5 thì nguyên nhân có thể quy cho là việc sử dụng phèn nhôm.

10.3. CHỐNG Ô NHIỄM

Chọn địa điểm ao nuôi là giải pháp đầu tiên phòng chống ô nhiễm thâm nhập từ ngoài vào. Địa điểm ao cạnh các khu vực công nghiệp, sản xuất nông nghiệp hay các khu dân cư đông đúc sẽ dễ bị nhiễm hoá chất độc hại hoặc các chất thải sinh hoạt nếu sử dụng nguồn nước mặt để nuôi. Những vị trí đó thường nên tránh, trong trường hợp bắt buộc phải xây dựng ao trong vùng đó thì nên xây hồ lắng trước khi đưa nước vào ao nuôi nhằm loại bỏ các chất rắn, các chất gây đục. Trong những trường hợp cấp bách như nguồn nước bị ô nhiễm quá nặng thì cần phải ngăn chặn nước chảy vào ao nuôi. Khi nguồn nước bị phú dưỡng (nhiều đạm, lân) nước cần được sục khí để ngăn ngừa tình trạng thiếu oxy. Với nền đất có chứa nhiều axit thì cần phải bón đá vôi để hạn chế tác hại của axit và kim loại.

Sử dụng các chất phòng ngừa bệnh lâu phân hủy hiện không được phép ở hầu hết các quốc gia, những hoá chất được sử dụng hiện nay là loại dễ bị phân hủy thành các dạng không độc, tất nhiên là nó độc khi chưa bị phân hủy vì vậy chỉ nên dùng trong trường hợp bất đắc dĩ. Hoá chất bảo vệ thực vật dễ thâm nhập vào ao nuôi khi phun cho cây trồng, để hạn chế có thể thực hiện các biện pháp: không xây dựng ao gần vùng canh tác; trồng cây có tán lá lớn ngăn cách ao và đất trồng trọt; đắp cao bờ ao để ngăn chặn nước từ đồng tràn vào, sử dụng đúng và hợp lý thuốc bảo vệ thực vật bao gồm cả trình báo thời điểm phun thuốc vùng cạnh ao nuôi, không phun thuốc ở vùng ven mép ao cách 10 – 20 m, không phun thuốc vào thời điểm có gió tạt về phía ao nuôi, không để thuốc và đồ đựng thâm nhập vào nước.

Bài 11

XỬ LÝ MÔI TRƯỜNG NUÔI

- Giải pháp xử lý môi trường nước nuôi thủy sản có thể áp dụng trong thực tế không nhiều: bón vôi, bón phân, sục khí, thay nước, keo tụ. Trong một số trường hợp có thể sử dụng một số chất để cải thiện môi trường nuôi hoặc nhằm đạt một mục tiêu cụ thể nào đó: khử trùng, diệt bớt cá, loại bỏ một số yếu tố có hại.
- Chất oxy hoá: thuốc tím, oxy già (peroxit) được sử dụng để khử trùng và loại bỏ một số tạp chất có tính khử trong ao nuôi. Giá thành của các loại hoá chất khá cao và nhiều khi mang lại tác dụng không cao.
- Hợp chất clo như khí clo, dung dịch javen, canxi hypochlorua có khả năng khử trùng cao. Hiệu quả khử trùng của clo trước hết phụ thuộc vào pH của nước: hiệu quả cao ở vùng pH thấp, thấp ở vùng pH cao. Muốn có tác dụng khử trùng, lượng clo sử dụng phải cao hơn lượng clo tiêu hao, vì thế trước khi sử dụng clo vào mục đích khử trùng cần phải xác định được lượng clo tiêu hao. Lượng clo tiêu hao khác nhau đối với từng nguồn nước: nước chứa nhiều tạp chất có lượng clo tiêu hao lớn hơn nguồn nước ít bẩn.
- Trong một số trường hợp, rotenon và antimycin A được sử dụng để diệt cá hoang và tảo bớt cá trong ao nuôi. Khả năng diệt cá của hai loại hoá chất trên khác nhau đối với từng loại cá và phụ thuộc vào điều kiện môi trường.
- Sử dụng amoniac nồng độ cao có khả năng diệt cả cá và tảo, có thể áp dụng để dọn sạch ao cho vụ nuôi sau đó.

- Để làm giảm pH của nước có thể sử dụng các hoá chất: phèn nhôm, thạch cao thô (CaSO_4) hoặc giảm mật độ của tảo. Giảm mật độ tảo để gây hiện tượng thiếu oxy trong ao nuôi.
- Vôi tôi, vôi nung có thể sử dụng để loại bỏ hay giảm bớt CO_2 trong nước, tác nhân làm giảm pH của môi trường. Ngoài vôi có thể sử dụng sô đa hoặc sô đa nhẹ để khử CO_2 nhưng đắt hơn. Sục khí mạnh cũng là giải pháp loại trừ CO_2 và làm tăng pH của nước.
- Trong ao nuôi thâm canh, sử dụng nhiều thức ăn tổng hợp, nước nuôi dễ bị nhiễm amoniac. Amoniac độc đối với vật nuôi khi pH cao. Biện pháp giảm tác hại của amoniac là: giảm pH của nước, pha loãng nước nuôi, giảm nồng độ amoniac. Giảm pH của nước bằng cách sử dụng phèn hay axit là biện pháp có tác dụng ngắn hạn. Pha loãng nước nuôi khi điều kiện cho phép là biện pháp có hiệu quả. Tảo có khả năng hấp thu amoniac rất cao nên khi tăng mật độ tảo sẽ làm giảm được nồng độ amoniac trong nước.
- Sử dụng zeolit để loại bỏ amoniac đạt hiệu quả thấp do dung lượng trao đổi không cao và bị các ion có tính chọn lọc cao hơn như canxi, magie (và nồng độ cao hơn) cạnh tranh. Vì lý do đó nó là biện pháp rất ít khả thi trong thực tế.
- Zeolit chỉ nên sử dụng để xử lý amoniac trong bể nuôi cá cảnh hoặc trong khi vận chuyển cá.
- Sử dụng formalin để loại bỏ amoniac cần hết sức thận trọng vì nó độc đối với vật nuôi và tảo trong ao.
- Biện pháp xử lý nitrit hiệu quả nhất là tăng cường độ muối cho ao nuôi, sao cho tỷ lệ muối : nitrit > 10.
- Thuốc chữa bệnh, phòng bệnh cho vật nuôi có thể sử dụng là thuốc tím và formalin.
- Một số chế phẩm sinh học được khuyến cáo sử dụng cho ao nuôi thủy sản với công dụng khác nhau. Tuy nhiên hiệu quả thiết thực của các sản phẩm khuyến cáo còn là vấn đề cần được đánh giá.

Nước nghèo độ kiềm, dinh dưỡng, oxy hoà tan và quá đục thường là những vấn đề hay gặp trong nuôi trồng thủy sản. Những vấn đề đó có thể khắc phục thông qua bón đá vôi, phân, sục khí, thay nước, kiểm soát tảo, kiểm soát xói mòn đất, sử dụng bể lắng hoặc chất keo tụ. Những vấn đề khác có liên quan đến chất lượng nước nuôi như nồng độ cao của các chất độc do các quá trình sinh hoá trong ao, dư thừa chất hữu cơ, nồng độ muối và độ cứng thấp, nhược điểm hoặc các tác dụng phụ của một số kỹ thuật quản lý ao. Ngoài ra có nhiều sản phẩm được sử dụng cho nuôi trồng thủy sản được xem là ảnh hưởng tiêu cực đến nguồn nước.

Các biện pháp thông dụng như bón phân, bón đá vôi, sục khí hoặc keo tụ đã được trình bày trong các phần trước. Phần này sẽ trình bày một số kỹ thuật liên quan đến một số vấn đề khác trong nuôi trồng thủy sản nhằm mục đích sử dụng đúng, có hiệu quả cao trong sản xuất.

11.1. CHẤT OXY HOÁ

11.1.1. KALI PERMANGANAT

Kali permanganat (thuốc tím) là một chất oxy hoá có tác dụng oxy hoá chất hữu cơ, vô cơ và trong chừng mực có khả năng diệt khuẩn, vì vậy nó đồng nghĩa với sự giảm tiêu thụ oxy trong nước do quá trình hoá học và sinh học.

Các nhà sinh học thỉnh thoảng khuyến cáo việc sử dụng thuốc tím với liều lượng 2 – 6 mg/l đối với các ao nuôi có tình trạng thiếu oxy trầm trọng. Một số bệnh của cá được chữa bằng cách sử dụng thuốc tím đối với cá trong các bể nhốt hoặc trong ao nuôi. Nồng độ thuốc tím ít khi vượt 4 – 8 mg/l trong ao nuôi, có thể cao hơn nhưng với thời gian tiếp xúc ngắn trong bể nhốt. Thuốc tím được dùng để khử rotenone (thuốc diệt cá) và antimycin là chất gây độc cho cá.

Tác dụng làm giảm nhẹ tình trạng thiếu oxy

Thuốc tím có tác dụng diệt khuẩn với nồng độ khá thấp trong điều kiện nước chứa ít chất hữu cơ. Với nồng độ 2 mg/l thuốc tím có thể diệt tới 99% vi khuẩn gram -âm và phần lớn loại vi khuẩn gram -dương. Tác dụng diệt khuẩn của thuốc tím là do ion permanganat (MnO_4^-) oxy hoá tế bào của vi khuẩn. Trong nước, thuốc tím có khả năng oxy hoá chất hữu cơ khá nhanh và các chất có tính khử khác (H_2S , Fe^{2+} , các chất có mùi hôi), sau phản ứng mangan trong thuốc tím chuyển về dạng mangan dioxit không tan (MnO_2), ít độc. Tuy thuộc vào hàm lượng các tạp chất trong nước có khả năng phản ứng với thuốc tím (chất có thể oxy hoá được với thuốc tím) mà lượng thuốc tím tiêu hao là khác nhau. Liều lượng thuốc tím sử dụng đưa vào nước một phần bị tiêu thụ nhanh chóng bởi các tạp chất vô cơ (H_2S , Fe^{2+}), một phần bị tiêu thụ bởi các chất hữu cơ (chậm hơn), một phần còn dư lại (thừa). Lượng thuốc tím dư có khả năng diệt khuẩn, lượng tiêu hao có tác dụng oxy hoá các tạp chất trong nước. Vì vậy liều lượng thuốc tím sử dụng gồm hai phần : phần tiêu hao và phần dư. Lượng thuốc tím tiêu hao đối với từng nguồn nước là khác nhau. Nguồn nước sạch tiêu hao ít, nguồn nước bẩn tiêu hao thuốc tím nhiều hơn. Đánh giá lượng thuốc tím tiêu hao không khó: Lấy một nguồn nước nào đó cho vào 4 cốc (chai) cùng một lượng nước, cho vào các chai nồng độ thuốc tím khác nhau, sau 30 phút xác định lại nồng độ thuốc tím trong từng chai sẽ xác định được lượng tiêu hao. Vì thuốc tím có màu rất đặc trưng nên có thể so sánh trực tiếp bằng mắt thường trong điều kiện không phân tích được. Muốn diệt khuẩn có hiệu quả lượng thuốc tím dư cần phải đạt đến một khoảng giá trị nào đó.

Thuốc tím có khả năng làm giảm lượng chất hữu cơ trong nước nhưng không nhiều, không vượt quá được 15% khi dùng tới liều lượng 8 mg/l. Giảm chất hữu cơ đồng nghĩa với việc hạn chế lượng oxy mất mát do phân hủy chất hữu cơ bởi vi sinh vật, tuy vậy quá

trình này xảy ra yếu trong các ao nuôi. Vì vậy khả năng cải thiện tình trạng thiếu oxy trong ao hồ là không nhiều, đặc biệt trong các thời điểm lượng oxy trong ao thiếu vào lúc sáng sớm. Thực tế thì việc sử dụng thuốc tím thậm chí còn gây ảnh hưởng xấu đến sự phát triển của tảo. Thuốc tím có khả năng giết tảo, hạn chế quá trình quang hoá, tảo chết bị phân hủy gây thiếu oxy trong nước.

Tức thời, thuốc tím có thể làm tăng oxy trong nước khi lượng thuốc tím sử dụng vượt quá liều lượng thuốc tím tiêu hao, do ion manganat, MnO_4^- phân hủy. Để có được 1 mgO_2/l cần tới 6,58 mg/l thuốc tím, liều lượng sử dụng như vậy là quá cao, rất tốn kém và dễ gây những tác hại khác, thậm chí giết chết tôm cá. Vì những lý do đã trình bày cho nên có thể kết luận việc sử dụng thuốc tím không cải thiện được tình trạng thiếu oxy trong ao nuôi nhưng có tác dụng khử khuẩn.

Loại bỏ một số chất vô cơ

Một vài chất vô cơ như sắt (II), sunfua hydro, kể cả một số gây mùi hôi có nguồn gốc hữu cơ có thể dễ dàng loại bỏ, xử lý bằng thuốc tím. Để khử được 1 mg sắt cần 0,94 mg thuốc tím và để khử được 1 mg H_2S cần tới 6,19 mg.

Trong thực tế thì lượng thuốc tím cần nhiều hơn so với giá trị tính trên vì một số các chất có tính khử khác (chất hữu cơ có mùi hôi) cũng tham gia phản ứng với thuốc tím.

Giải độc

Thuốc tím có khả năng phản ứng với một số chất độc hữu cơ, sau khi phản ứng (oxy hoá) chất độc sẽ trở về dạng không độc. Đối với thuốc diệt cá rotenone ($C_{23}H_{22}O_6$), trong môi trường nước, 2 mg/l thuốc tím có thể loại bỏ được 0,05 mg/l rotenone, trong ao hoặc các nguồn nước tự nhiên cần lượng cao hơn, 2,0 - 2,5 mg để loại bỏ 0,05 mg rotenone.

11.1.2. PEROXID

Peroxid là các hợp chất giàu oxy do có liên kết trực tiếp giữa hai nguyên tử oxy với nhau: hydro peroxid, H_2O_2 (oxy già), canxi, natri peroxid, một số loại peroxid hữu cơ khác.

Trong nước, hydro peroxid tự phân hủy:



Hydro peroxid là dạng dung dịch, dạng thương phẩm chứa 50% H_2O_2 (khối lượng riêng 1,2 kg/l). H_2O_2 có thể sử dụng làm chất cung cấp oxy trong những hoàn cảnh đặc biệt. Người ta đã từng sử dụng H_2O_2 để cấp oxy trong các thùng đựng cá khi vận chuyển tới các vùng xa xôi. Muốn có được 5 mg O_2 /l (5 g/m³) cần khoảng 10 mg H_2O_2 /l (10 g H_2O_2 /m³ hoặc 9 ml H_2O_2 50%/m³). Cấp oxy theo cách này đắt hơn so với sục khí, chỉ nên dùng trong những trường hợp đặc biệt, ví dụ đựng trong các túi nilông kín hoặc trong trường hợp hệ sục khí hỏng, mất điện.

Các nhà nghiên cứu nuôi cá chình luôn sử dụng canxi peroxit CaO_2 (60%) bón cho đáy ao với liều lượng 25 – 100 g/m³ với chu kỳ tính theo tháng. CaO_2 có dạng hạt, phân hủy chậm, tiết ra oxy trong khoảng thời gian 1 - 3 tháng:



Để có được 1 kg oxy cần khoảng 2,7 kg canxi peroxit. Bùn đáy ao khi được xử lý với CaO_2 chứa ít hydro sunfua và chất hữu cơ hơn.

Do cùng là một chất oxy hoá mạnh nên cũng có ý định là sử dụng H_2O_2 để oxy hoá chất hữu cơ trong ao nuôi. Tuy vậy H_2O_2 cũng độc đối với tảo và một số sinh vật trong ao nuôi giống như thuốc tím. Trừ trường hợp đặc biệt cần cấp oxy, mọi sử dụng cho các mục đích khác cần phải được cân nhắc kỹ.

Natri nitrat

Trong lớp bùn đáy thường thiếu oxy, nhất là khi bùn đáy chứa nhiều chất hữu cơ. Trong điều kiện không có (yếm khí) hoặc có ít

(thiếu khí) khí oxy vẫn xảy ra quá trình phân hủy chất hữu cơ. Trong điều kiện yếm khí các loại vi sinh yếm khí sẽ phân hủy chất hữu cơ qua nhiều giai đoạn mà sản phẩm cuối cùng của nó là khí metan (CH_4). Loại vi sinh vật tùy nghi có thể phân hủy chất hữu cơ trong điều kiện thiếu khí khi có mặt một số chất khác như nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), sunfat, mangan dioxit (MnO_2), sắt (III) oxit (Fe_2O_3). Sản phẩm phân hủy cuối của các phản ứng trên là khí nitơ (N_2) khi phản ứng với nitrat, nitrit, là H_2S khi phản ứng với sunfat, Mn^{2+} , Fe^{2+} khi phản ứng với mangan và sắt oxit. Các phản ứng trên không đồng thời xảy ra, chất dễ phản ứng (oxy là dễ nhất) như NO_3^- , mangan dioxit phản ứng trước tiên rồi lần lượt đến NO_2^- , Fe^{3+} , SO_4^{2-} . Sản phẩm sinh ra như khí nitơ, khí metan vô hại nhưng khí H_2S thì có hại.

Lớp bùn đáy ao là tác nhân gây giảm lượng photpho trong nước và thường là có hại. Duy trì được lớp bùn đáy trong trạng thái hiếu khí hoặc ít yếm khí sẽ có lợi cho ao.

Sử dụng natri nitrat sẽ cải thiện được điều kiện của lớp bùn đáy. Tuy nhiên, natri nitrat có độ tan rất lớn nên khi bón vào nước thì phần lớn nằm trong nước ít có tác dụng. Có thể khắc phục bằng cách bón vào đáy ao khi phơi, nên tạo viên thêm với đất sét để bón. Sau khi bón một thời gian có thể quan sát thấy bọt khí nitơ nổi lên từ lớp bùn. Trong điều kiện đó lượng oxy tan ở lớp nước sâu được cải thiện.

Clo hoá

Sử dụng clo để khử trùng cho nước sinh hoạt hay nước thải là công nghệ quen thuộc đã sử dụng hàng trăm năm nay. Khử trùng nước nuôi tôm cá giống cũng được sử dụng khá rộng rãi, ở một số nơi người ta còn khử trùng cho nước nuôi tôm trước khi thả giống vào ao nuôi với liều lượng tới 20 mg/l. Ứng dụng của clo hiện nay được mở rộng sang: diệt mầm bệnh, khống chế mật độ tảo, cải thiện chất lượng nước các ao đang nuôi cá, nuôi tôm. Trong các ao nuôi cá da trơn, liều lượng clo thấp, chỉ 0,1 mg/l trong khi ở các ao tôm có thể tới 2 – 3 mg/l. Clo cũng có độc tính đối với thủy động vật, việc sử dụng clo có hiệu quả cần được đánh giá một cách cẩn thận.

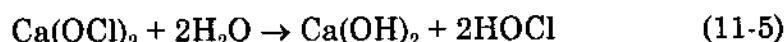
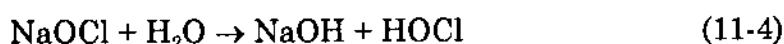
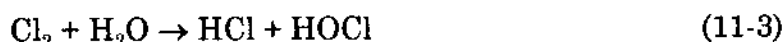
Clo hoạt tính khác với gốc clorua trong muối ăn, clo hoạt tính có hoá trị dương, Cl^+ , còn clorua có hoá trị âm, Cl^- . Tác dụng khử trùng, oxy hoá của clo hoạt tính chính là ở dạng hoá trị dương.

Clo hoạt tính có nhiều dạng: khí clo (Cl_2), nước Javen (dung dịch của natri hypochlorit NaOCl), canxi hypochlorit (Ca(OCl)_2) mà trên thị trường hay gọi là clorua vôi, clo trong các hợp chất hữu cơ như cloamin B, T.

Hàm lượng clo hoạt tính trong mỗi sản phẩm là khác nhau, tính theo khí Cl_2 thì mỗi nguyên tử clo có giá trị là 35,5, trong khi phản ứng, cứ hai nguyên tử clo thì sinh ra một clo hoá trị dương, một clo hoá trị âm, chúng dẫn điện tử cho nhau để trở thành một thiếu (Cl^+) và một thừa (Cl^-). Điều đó có nghĩa là clo hoạt động dạng dương đã “gánh vác” thêm cho một clo khác vì trong khi phản ứng hoá học Cl^+ lại trở về dạng Cl^- , tức là nó tiếp nhận cả hai điện tử. Trong tất cả các phương pháp phân tích hàm lượng clo được quy về cho số lượng điện tử tham gia phản ứng tính theo clo chứ không phải tính theo khối lượng clo trong công thức hoá học.

Khác với dạng khí clo (100%), hàm lượng clo trong nước Javen chỉ đạt 12% (ngoại) và 8% (nội), của Ca(OCl)_2 đạt khoảng 65%. Các loại cloamin T, B là các hợp chất clo hữu cơ có hàm lượng clo khác nhau với giá thành cao nếu tính theo hàm lượng clo của sản phẩm.

Bất kỳ dạng sản phẩm nào khi hoà tan vào nước cũng xảy ra phản ứng thủy phân và sinh ra axit hypochlorit (HOCl):



Axit HOCl là một axit yếu, nó bị phân ly:



Phụ thuộc vào pH của môi trường, pH cao thì OCl^- chiếm tỷ trọng lớn, pH thấp thì HOCl chiếm tỷ trọng cao. Tại pH = 7,5 lượng OCl^- và HOCl bằng nhau, mỗi chất chiếm 50% của tổng lượng clo

hoạt động. Tại pH = 5,5 thì HOCl chiếm tới gần 100% và pH = 9,5 thì OCl⁻ chiếm xấp xỉ 100%.

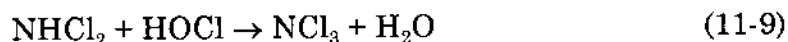
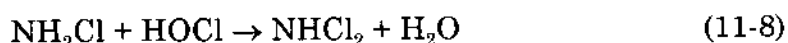
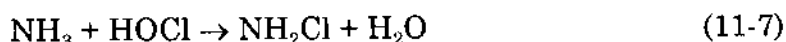
Trong hai thành phần trên thì khả năng khử trùng của HOCl cao hơn OCl⁻ từ 80 - 100 lần do HOCl là chất trung hoà dễ thấm qua màng tế bào tích điện âm của vi khuẩn. Vì vậy, hiệu suất khử trùng của clo trước hết phụ thuộc vào pH của môi trường tại một liều lượng clo nhất định nào đó. Thông thường để khử trùng cho nước cần khoảng 1 mg/l HOCl tại pH = 7, hiệu quả khử trùng giảm khi pH tăng hoặc ngược lại sẽ đồng nghĩa với: muốn có được một hiệu quả khử trùng nào đó tại pH cao hơn thì phải sử dụng nhiều clo hơn, tại pH thấp hơn thì dùng ít clo. Nếu lấy giá trị lượng HOCl = 1 mg/l tại pH = 7,0 làm tiêu chuẩn để khử trùng (đạt hiệu quả tốt) khi thay đổi pH thì liều lượng clo cũng thay đổi theo (bảng 11.1).

Bảng 11.1. Liều lượng clo sử dụng tương đương với hiệu quả khử trùng của HOCl = 1 mg/l tại pH = 7.

pH	Tỷ lệ HOCl/OCl ⁻	Liều lượng clo cần thiết (mg/l)
5	316	0,76
5,5	100	0,77
6,0	32	0,78
6,5	10	0,84
7,0	3,2	1,0
7,5	1	1,52
8,0	0,3	3,06
8,5	0,1	7,68
9,0	0,03	19,0
9,5	0,01	38,0
10,0	0,003	76,0

Từ số liệu của bảng 11.1 cho thấy để khử trùng có hiệu quả nên chọn thời điểm mà pH của nước có giá trị thấp, sử dụng liều lượng thấp mà vẫn đạt được hiệu quả khử trùng.

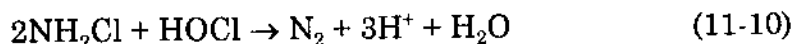
Giá trị ghi trong bảng 11.1 chỉ có tính chất định hướng chứ không sử dụng trực tiếp được cho quá trình khử trùng vì clo là chất oxy hoá mạnh, khi tiếp xúc với các chất vô cơ (amoniac, hydro sunfua, sắt, mangan...), các chất hữu cơ chúng sẽ tham gia phản ứng. Ví dụ clo sẽ phản ứng với amoniac tạo ra các sản phẩm cloamin:



NH_2Cl , NHCl_2 , NCl_3 gọi là mono, di-, tricloamin, tuy clo trong đó cũng có hoá trị dương (chất oxy hoá) nhưng hiệu quả khử trùng của chúng so với HOCl hoặc OCl^- rất thấp.

Mono, di-, tricloamin là sản phẩm của một phản ứng nối tiếp nhau, tỷ lệ của các sản phẩm trên phụ thuộc vào liều lượng clo sử dụng. Với tỷ lệ clo/amoniac ≈ 4 thì sản phẩm chủ yếu là monocloamin, NH_2Cl , khi tỷ lệ clo/amoniac ≈ 10 thì sản phẩm tạo thành là dicloamin.

Có một đặc điểm rất đáng chú ý là khi tỷ lệ clo/amoniac đạt giá trị $\approx 7,6$ (tính theo lý thuyết) xảy ra hiện tượng oxy hoá amoniac thành khí nitơ:



Phản ứng (11-10) được gọi là clo hoá tại điểm gãy hay đột biến. Về nguyên tắc nó có thể loại bỏ được amoniac nhưng trong thực tế rất khó tiến hành khi hàm lượng amoniac lớn, tỷ lệ clo/amoniac trong thực tế cần tới ≈ 10 chứ không phải là 7,6 theo lý thuyết. Trong điều kiện nồng độ amoniac cao thì lượng clo cần thiết sẽ rất lớn kéo theo một loạt các phản ứng với chất hữu cơ tạo ra các sản phẩm có màu và mùi khó chịu.

Clo cũng dễ dàng phản ứng với hydro sunfua tạo thành sunfat. Lượng clo hao hụt do các phản ứng hoá học gọi là lượng clo tiêu hao, lượng này không có tác dụng khử trùng. Lượng clo có tác dụng khử trùng là lượng clo còn dư lại sau khi xảy ra các phản ứng hoá học vì vậy:

$$\text{Clo dư} = \text{Clo sử dụng} - \text{Clo tiêu hao}$$

Lượng clo tiêu hao có thể xác định: Cho một lượng clo nhất định vào nước, và xác định lại lượng clo trong nước đó sau 30 phút. Hiệu số giữa lượng clo ban đầu và sau 30 phút chính là lượng clo tiêu hao. Vì không biết được lượng clo tiêu hao nên để tiết kiệm thời gian và có được số liệu đại diện hơn người ta thường tiến hành với 3 - 4 mẫu có nồng độ clo ban đầu khác nhau và lượng clo tiêu hao được coi là giá trị trung bình của các mẫu. Trong thời gian 30 phút trong nước, clo cũng tự phân hủy do ánh sáng nên có thể cần làm thêm với mẫu đối chứng dùng nước sạch (nước mưa, nước cất).

Từ số liệu clo tiêu hao và áp dụng số liệu từ bảng 11.1 sẽ xác định được lượng clo cần sử dụng. Ví dụ lượng clo tiêu hao đối với một nguồn nước nuôi nào đó có giá trị là 6 mg/l, pH của nước là 8,0, từ bảng 11.1 cần một lượng clo dư là 3,06 mg/l, vậy liều lượng clo cần sử dụng là 9,06 mg/l.

Trước khi thả vật nuôi, nước đã khử trùng cần phải hết lượng clo dư, có thể nhận biết qua mùi clo rất đặc trưng (hắc). Khử clo có thể áp dụng biện pháp phơi nắng để cho clo tự phân hủy hoặc sử dụng hoá chất có tính khử và dễ tan như natri thiosunfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), natri sunfit Na_2SO_3 hoặc natri bisunfit NaHSO_3 . Vai trò khử của tất cả các hợp chất trên là gốc sunfit SO_3^{2-} ; về mặt kinh tế thì thiosunfit có lợi hơn, vì một phân tử khi hoà vào nước sẽ cho hai gốc SO_3^{2-} . Để khử 1 g clo dư cần khoảng 7 g thiosunfit. Clo dư cũng có thể loại bỏ khi lọc qua than hoạt tính.

Với các ao đang nuôi tôm, cá việc sử dụng trực tiếp clo để khử trùng, loại bỏ chất hữu cơ hay amoniac mang lại hiệu quả không cao vì để đạt được mục đích trên cần phải sử dụng liều lượng clo rất lớn, khi đó lượng clo dư sẽ rất độc đối với vật nuôi.

Một số nhà nuôi trồng sử dụng clo bón cho đáy ao nuôi khi tháo cạn hoặc cho ao đã tháo nước vào đáy trước khi thả con giống nhằm diệt loại khuẩn gây bệnh hoặc các vi sinh vật không mong muốn khác. Phương án này tỏ ra có hiệu quả nhưng khi sử dụng cần một liều lượng phải cao hơn lượng clo tiêu hao.

Gần đây ở nước ta có nghiên cứu chế tạo và ứng dụng sản phẩm dung dịch hoạt hoá điện hoá để khử trùng cho các trại nuôi tôm giống với hiệu quả khá tốt. Dung dịch này có thời gian được gọi với tên (sai) là nước ozon. Đó là dung dịch được điện phân muối ăn nhưng với nồng độ thấp. Dung dịch hoạt hoá điện hoá chứa clo hoạt động (với nồng độ rất thấp) và một số các tác nhân khử trùng dạng gốc tự do không bền. Nếu so sánh với clo có cùng nồng độ thì dung dịch hoạt hoá điện hoá có tác dụng khử trùng cao hơn 3 - 4 lần, độc tính của nó vì vậy sẽ thấp hơn so với clo.

11.2. CHẤT DIỆT CÁ

11.2.1. ROTENON

Rotenon được dùng khá rộng rãi để diệt cá, là một chất độc đối với cá. Trong các ao nuôi, rotenon được sử dụng để diệt cá hoang trước khi thả vật nuôi hoặc giảm bớt một phần cá trắng nhỏ khi mật độ cá quá lớn.

Rotenon là một chất hữu cơ có phân tử lượng khá lớn, có công thức hoá học $C_{22}H_{22}O_6$, chất này có trong rễ cây dây mật và một vài loại cây họ đậu. Rễ các loại cây này được phơi, nghiền thành bột để sử dụng hoạt chất chiết ra để tạo thành sản phẩm dạng lỏng. Sản phẩm của rotenon có ba dạng chính: dạng nhũ có đặc 5%, dạng bột dễ thấm 5%, loại nhũ có bổ sung thêm 2,5% hoạt chất tăng cường.

Độc tính của rotenon liên quan đến hô hấp của cá, nó rất độc ở vùng nồng độ rất thấp. Với hàm lượng 0,05 - 2,0 mg/l của sản phẩm thương mại đã có khả năng giết sạch các loài cá. Nồng độ thật sự độc đối với cá của hoạt chất rotenon là rất nhỏ vì nó chỉ chiếm 5% trong sản phẩm, ví dụ dùng liều lượng 1 mg/l sản phẩm thì nồng độ thực sự của hoạt chất chỉ là 0,05 mg/l. Độc tính của rotenon phụ thuộc nhiều vào các yếu tố khác như nhiệt độ, độ kiềm của nước. Tác dụng độc của rotenon mạnh hơn ở nhiệt độ cao, vì vậy các nhà sản xuất chỉ sử

dụng nó khi nhiệt độ cao hơn 15°C. Rotenon có độc tính cao hơn trong môi trường axit hoặc trung tính so với trong môi trường kiềm. Ví dụ giá trị LC-50 của rotenon đối với cá vàng tăng từ 0,10 - 0,12 µg/l dạng nhũ tại pH = 5 - 7 lên 0,33 µg/l tại pH = 10. Độc tính của rotenon thấp hơn trong nước cứng so với nước mềm, ví dụ với liều lượng 0,25 - 0,5 mg/l dạng thương phẩm giết chết cá trong nước mềm, độ kiềm thấp, trong nước cứng và nhiều kiềm liều dùng cần tới 1 - 2 mg/l.

Có thể áp dụng nhiều phương pháp trong sử dụng rotenon để diệt cá: pha loãng phun lên bề mặt nước, phun thẳng vào bề mặt nước từ không khí (máy bay), dùng bơm bơm vào lớp nước sâu có khuấy trộn. Rotenon thường rất khó phân bố đều trong nước, tuy vậy đối với các ao nuôi nhỏ, nông thì phun lên bề mặt nước cũng có thể chấp nhận được.

Khi mật độ cá quá dày có thể dùng rotenon để tủa bớt theo các phương pháp sau đây: tiết rotenon từ một điểm nằm ở trung tâm ao, sử dụng rotenon dọc bờ ao nước nông, phun một nửa diện tích ao, phun theo một dải liên tục cách bờ từ 5 - 10 m với liều lượng 600 ml loại 5% trên chiều dài 100 m. Có thể khử độc rotenon với thuốc tím, tuy nhiên rotenon cũng có thể tự phân hủy với tốc độ khá nhanh đặc biệt dưới điều kiện nhiều ánh sáng, nhiệt độ cao và độ kiềm lớn. Vào mùa hè và mùa xuân thời gian phân hủy chỉ khoảng 1 - 2 tuần, vào mùa đông thì lâu hơn nhiều, 3 - 4 tuần.

11.2.2. ANTIMYCIN A

Antimycin A là một loại chất kháng sinh tự nhiên do vi khuẩn dạng sợi *Streptomyces griseus* sinh ra. Tác động gây hại của antimycin A là do ngăn cản quá trình vận chuyển điện tử, tức là nó có khả năng ức chế quá trình hô hấp. Sau khi phát hiện ra antimycin 20 năm, người ta sử dụng nó vào việc diệt cá vì thấy rằng nó có độc tính cao đối với cá ở vùng nồng độ thấp hơn nhiều so với nồng độ có hại đối với các loài thủy động vật khác. Antimycin A có một số đặc

trứng sau: ít độc đối với động vật có vú; dễ phân hủy thành loại không độc, dễ sử dụng do nó có hoạt tính sinh học cao, liều lượng sử dụng thấp, cá không cảm nhận được nên không dễ trốn tránh, hoá chất này không có màu và mùi sau khi gặp nước, có thể khử độc tính rất nhanh với thuốc tím.

Độc tính của Antimycin A rất khác nhau đối với các loại cá: cá có vẩy dễ bị thương tổn nhất, cá da trơn chịu đựng tốt hơn. Vì vậy hoá chất trên được sử dụng để diệt cá có vẩy trong ao nuôi cá da trơn với liều lượng 3 – 10 µg/l. Trong phần lớn các trường hợp cá da trơn có thể chịu đựng được liều lượng ít nhất là 20 µg/l. Độc tính của Antimycin A phụ thuộc vào điều kiện môi trường: giảm mạnh khi pH cao hơn 8,5 và ở vùng nhiệt độ thấp. Antimycin A ít được sử dụng để diệt cá hàng loạt vì để đạt mục đích trên thì rotenon có giá thành hạ hơn.

11.2.3. MỘT SỐ HÓA CHẤT KHÁC

Có thời kỳ người ta sử dụng amoniac để diệt cỏ dại và loại bỏ bớt các loại cá, thủy động vật không cần thiết và đồng thời có tác dụng làm phân bón. Dùng amoniac khan bón cho ao với nồng độ đạt 38 mg/l sau khi bón và duy trì ở mức trên 5 mg/l trong suốt 3 tháng. Do sử dụng amoniac nên pH tăng lên đến 10,3 và duy trì trên 9 trong hai tuần lễ, nồng độ amoniac dạng trung hoà (độc) được duy trì ở mức cao trong điều kiện đó. Mật độ tảo và động vật phù du giảm đến 95%, các loại thực vật có rễ bị giết chết. Cá cũng bị chết hết. Tác dụng độc của amoniac kéo dài sau nhiều tháng. Trên cơ sở kết quả trên người ta khuyến cáo có thể sử dụng amoniac bón cho ao vào thời điểm cuối mùa mưa hoặc mùa đông và có thể thả cá lại vào đầu xuân. Để diệt cá và tảo, ở Ấn Độ người ta sử dụng biện pháp sau: Chuẩn bị một loại dung dịch gồm vôi tôi và amoni sunfat theo tỷ lệ 1: 1,8 (Ca(OH)_2 : $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ = 1: 1,8), bón dung dịch này cho ao nuôi sao cho nồng độ amoniac đạt tới 12,4 mg/l. pH của ao tăng từ 6,3 lên 10,3 ngay sau khi bón và giảm xuống đến 7,6 trong vòng 20 ngày. Tất cả cá bị diệt

trong vòng 12 giờ và tảo cũng bị chết. Sau 20 ngày tảo hồi phục trở lại và khi đó ao lại trở về điều kiện có thể thả vật nuôi. Cá bị chết do amoniac có thể ăn được vì nó không tích tụ lâu trong cơ thể, amoniac lại là nguồn phân bón. Phương pháp trên đạt hiệu quả cao đối với nguồn nước có độ kiềm thấp vì trong điều kiện đó amoniac và vôi tôi làm tăng pH mạnh, đảm bảo lượng amoniac dạng trung hoà đạt nồng độ cao.

Một phương pháp khác để diệt cá được tiến hành bằng cách phối hợp giữa phân đạm ure và hợp chất clo (chất tẩy trắng), phương pháp này có hiệu quả rất tốt để diệt cá. Ure được bón cho ao với liều lượng 5 mgN/l, sau 24 - 48 giờ, tiếp tục bón chất bột tẩy trắng cho ao. Tất cả cá trong ao bị diệt sau 15 - 30 phút. Để dễ thao tác người ta tiến hành như sau: Bón phân ure với liều lượng 0,01 kg/m³ nước, liều lượng bột tẩy trắng thì phụ thuộc vào hàm lượng clo hoạt động trong đó: 0,05 kg/m³ loại 10%; 0,033 kg/m³ loại 15%; 0,025 kg/m³ loại 20%; 0,02 kg/m³ loại 25%; 0,017 kg/m³ loại 30%.

Hạt chè chứa saponin, một loại glucoside có khả năng phá hủy tế bào máu màu đỏ và vì vậy rất độc đối với cá. Liều lượng 15 mg/l bột hạt chè đủ giết chết cá trong vòng sáu giờ. Nhiệt độ cao và nồng độ oxy thấp làm tăng hiệu quả diệt cá. Để làm tăng hiệu quả có thể tháo bớt 1/3 nước trong ao nuôi. Bột hạt chè diệt cá rất có hiệu quả trong các ao nuôi tôm vì nó ít độc đối với tôm, tuy vậy sau khi diệt cá nên tháo bớt nước và pha loãng thêm trước khi thả tôm giống. Một số loại thuốc trừ sâu họ photpho hữu cơ như guthion, dichlorvos (DDVP), phosphamidon và họ clo cũng được dùng để diệt cá. Sử dụng các loại hoá chất này khá nguy hiểm vì chúng có độc tính rất cao đối với người và lượng tồn dư lại trong ao rất khó phân hủy.

Đáy ao thường không phẳng, khi tháo cạn nước vẫn còn một số vũng để các loại động vật không cần thiết trú ẩn, vì vậy nên sử dụng thuốc phun vào các vùng nước còn sót lại.

Có thể sử dụng một số hoá chất khác như canxi hypochlorite, Ca(OCl)₂, vôi nung, vôi tôi, thuốc tím vào các mục đích trên.

11.3. XỬ LÝ CÁC THÀNH PHẦN LIÊN QUAN ĐẾN TRAO ĐỔI CHẤT

11.3.1. LÀM GIẢM pH

pH của nước tăng khi thực vật hấp thu khí CO_2 trong nước cho quá trình quang hợp. Mức độ tăng pH của nước phụ thuộc vào “tính đệm” của nước, tức là phụ thuộc vào độ kiềm. Độ kiềm càng lớn thì sự thay đổi pH càng ít. Ví dụ pH của phần lớn các nguồn nước ít khi vượt quá 10 vào buổi chiều hôm, vì khi đó xảy ra quá trình kết tủa của canxi carbonat (CaCO_3 , đá vôi) do sự hình thành của CO_3^{2-} ở pH cao và sự có mặt của ion Ca^{2+} trong nguồn nước. Hiện tượng trên xảy ra trong các nguồn nước có hàm lượng kiềm và độ cứng canxi cao. Với các nguồn nước có nồng độ canxi thấp và độ kiềm cao (nước chứa nhiều natri, kali, magie), quá trình kết tủa của đá vôi (CaCO_3) kém khi pH tăng do quá trình quang hợp của tảo, mức độ tăng mạnh hơn, có thể lên trên 10.

Ví dụ một số nguồn nước có độ kiềm 50 – 60 mg/l nhưng nồng độ canxi chỉ 5 – 6 mg/l. Nguồn nước trên rất thích hợp cho tảo phát triển, nhưng pH của nước đôi khi tăng đến mức đầu độc tôm cá trong ao.

Để làm giảm pH người ta có thể sử dụng phèn nhôm. Phèn nhôm đơn $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ khi hoà tan vào nước sẽ bị thủy phân:



Để giảm pH đến một giá trị nào đó khi sử dụng phèn nhôm cần phải thử chứ rất khó tính toán chính xác. Lượng axit do phèn nhôm sinh ra là khoảng 9 mol/kg phèn, tương đương với 0,75 lít axit HCl đặc. Keo tụ dạng PAC cũng là dạng muối nhôm (dạng polyme) có tính axit rất thấp không thể sử dụng cho mục đích trên.

Sử dụng phèn nhôm có thể giảm ngay pH của nước nhưng không làm ảnh hưởng gì tới điều kiện môi trường, chỉ làm cho nước nuôi trong hơn và tảo lại có điều kiện tốt để phát triển. Không chỉ có tảo gây ra pH cao mà cả các loại thực vật thân lớn, có rễ cũng làm tăng

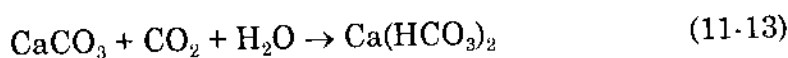
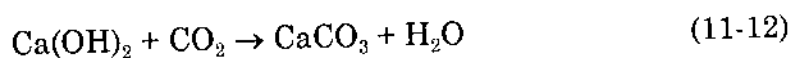
pH của nước, vì vậy đôi khi để hạn chế pH tăng cũng cần phải diệt cỏ dại và hạn chế tảo phát triển.

Có thể sử dụng thạch cao thô (CaSO_4) để hạn chế sự tăng pH đột ngột của nước. Khi bón thạch cao cho ao làm tăng hàm lượng canxi và vì có độ cứng cao nên pH sẽ tăng chậm khi quá trình quang hợp xảy ra mạnh. Sự có mặt của canxi cũng làm giảm lượng photpho trong nước dẫn đến sự kìm hãm tảo phát triển, tức là hãm pH của môi trường nước.

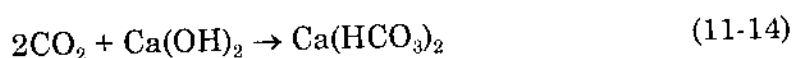
pH tăng là do quá trình quang hợp của tảo, giảm mật độ tảo sẽ hạ thấp pH của nước. Sử dụng chất diệt tảo clarosan với liều lượng 0,02 mg/l theo chu kỳ 2 tuần/lần sẽ hạ thấp pH xuống từ 0,5 đến 1,0 đơn vị sau đó vài giờ. Tất nhiên khi đó nồng độ oxy trong nước cũng giảm theo, tuy vậy clarosan nồng độ thấp không độc đối với tôm. Có thể sử dụng các chất diệt tảo khác, tuy vậy cần hết sức thận trọng để tránh làm cạn kiệt oxy trong nước và gây độc trực tiếp cho thủy động vật.

11.3.2. GIẢM LƯỢNG CARBON DIOXIT

Khí carbonic trong nước tăng thường vào giai đoạn tảo chết nhiều và nồng độ oxy trong nước thấp. Khí carbonic ức chế sự hô hấp, chính vì vậy cần giảm bớt khi nồng độ của nó cao hơn 10 – 15 mg/l. Xử lý với vôi tôi hay vôi nung là giải pháp có hiệu quả:



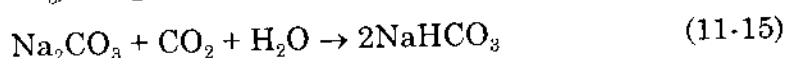
Tổng thể, hai phản ứng trên có thể viết:



Từ công thức trên có thể dễ dàng tính lượng vôi cần thiết để khử khí CO_2 , để khử 1 g CO_2 cần 0,84 g Ca(OH)_2 tính theo lý thuyết. Tuy vậy trong thực tiễn phải dùng tới 1,5 g vôi tôi để khử 1 g CO_2 .

Dùng lượng vôi quá dư sẽ dẫn đến tăng pH và cần thận trọng khi sử dụng vì vôi tôi có tính chất ăn da.

Sô đa (Na_2CO_3) cũng có thể sử dụng để khử khí CO_2 trong nước:



Tính theo lý thuyết, để khử 1 g CO_2 cần tới 2,41 g sô đa. Sô đa có tác dụng rất nhanh, tan hoàn toàn và không gây tăng pH đột ngột như vôi khi sử dụng quá liều. Sô đa cũng ít độc hơn so với vôi tôi nhưng đắt hơn, vì thế để khử CO_2 giải pháp dùng vôi hay được sử dụng.

Sô đa nhẹ (NaHCO_3) cũng được sử dụng để khử khí CO_2 , nó không trực tiếp phản ứng với CO_2 mà làm tăng pH của môi trường qua đó dịch chuyển cân bằng của CO_2 về HCO_3^- . Sục khí mãnh liệt cũng là giải pháp có thể khử khí CO_2 , tuy nhiên lượng khí cần lớn và vì vậy có thể phối hợp để tăng cường nguồn oxy cho nước nuôi.

11.3.3. LOẠI BỎ AMONIAC

Amoniac tồn tại trong ao với nồng độ cao và đồng thời với pH cao gây độc đối với tôm cá và nhuyễn thể. Trong các ao nuôi thâm canh yếu tố đầu tiên hay gặp nhất là vấn đề thiếu oxy, để cấp oxy người ta dùng giải pháp sục khí và tăng thêm thức ăn cho vật nuôi, khi đó sẽ xuất hiện yếu tố dư thừa amoniac. Thức ăn thừa, phân, chất bài tiết của vật nuôi sẽ sinh ra amoniac. Trong môi trường có pH thấp tác hại của amoniac không cao bằng trong môi trường có pH cao, vì thành phần gây độc là amoniac dạng trung hoà.

Có hai phương pháp hiệu quả để làm giảm tác hại của amoniac là: giảm pH và thay nước cho ao nuôi. Biện pháp giảm pH chỉ nên thực hiện trong hoàn cảnh mang tính chất tình huống. Diệt bớt tảo để giảm pH để kéo theo giảm oxy trong nước, giảm pH bằng cách sử dụng axit hoặc phèn nhôm chỉ có tác dụng ngắn hạn. Ở những nơi có sẵn nguồn nước chứa ít amoniac thì giải pháp thay một phần nước nuôi tỏ ra rất có hiệu quả.

Tảo có khả năng hấp thu amoniac rất mạnh vì vậy nó là nguyên nhân chính làm giảm amoniac trong các ao nuôi, nếu mật độ tảo thấp có thể bón thêm phân lân để thúc đẩy chúng phát triển.

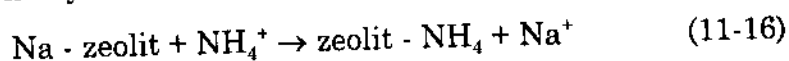
Trao đổi amoni trên zeolit

Gần đây các nhà sản xuất thường giới thiệu phương pháp xử lý amoniac bằng zeolit, vật liệu này được nhập khẩu từ Thái Lan hoặc được sản xuất trong nước.

Zeolit là loại aluminosilicat tinh thể, tồn tại trong tự nhiên và sản phẩm nhân tạo. Zeolit là loại chất rắn xốp, không trương nở (như các loại khoáng sét), phụ thuộc vào cấu trúc mạng tinh thể, chúng được sắp xếp vào các loại: A, X, mordenit, Y, faujasit, Chabasite. Chúng là chất hấp phụ do có diện tích bề mặt lớn (có thể trên 1000 m²/g), tính phân cực cao nên thường được ứng dụng để hấp phụ các chất có tính phân cực như nước (sấy khô khí), rượu, hợp chất chứa lưu huỳnh. Do có hệ mao quản nhỏ với kích thước ngang với kích thước của các phân tử nên chúng có khả năng tách chọn lọc một chất nào đó phụ thuộc vào kích thước phân tử - tức là khả năng "sàng lọc", vì vậy zeolit còn có tên là vật liệu rây phân tử.

Zeolit còn có tính năng trao đổi ion với chức năng trao đổi cation, tức là một loại cationit.

Trao đổi ion xảy ra như sau:



Na⁺ ở trong các hốc của zeolit trao đổi với ion NH₄⁺ trong nước và kết quả là NH₄⁺ nhập vào zeolit và Na⁺ thâm nhập vào nước từ trong zeolit.

Zeolit có dung lượng trao đổi ion từ 2 – 7 đương lượng/kg. Một đương lượng gam của amoniac tính theo nitơ là 14, tức là khả năng trao đổi tối đa của nó là từ 28 – 98 g/kg. Giá trị dung lượng trao đổi ion trên là mức tối đa, chỉ đạt được khi nồng độ amoniac ở trong nước là rất cao.

Trong một nguồn nước chứa đồng thời nhiều loại cation như Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} thì xảy ra quá trình trao đổi ion cạnh tranh, ion nào có độ chọn lọc cao hơn thì sẽ được trao đổi nhiều hơn. Các ion khác amoni thường có độ chọn lọc cao hơn so với ion amoni, đặc biệt là các ion có hoá trị cao hơn như Mg^{2+} , Ca^{2+} . Amoni chỉ có thể tham gia trao đổi khi nó nằm ở dạng hoá trị dương, NH_4^+ , dạng trung hoà NH_3 không có khả năng trao đổi.

Trong ao nuôi, amoniac (amoni) có nồng độ không cao, 1 – 5 mg/l, thường là thấp hơn so với các ion khác như Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} . Do có sự cạnh tranh của các ion có độ chọn lọc cao hơn (Ca^{2+} , Mg^{2+}), có nồng độ cao hơn (Ca^{2+} , Mg^{2+} trong nước biển có thể tới 1000 – 2500 mg/l) nên khả năng loại bỏ amoni của zeolit là rất thấp. Có loại zeolit là Cliptitolite có độ chọn lọc cao với ion NH_4^+ , tuy vậy dung lượng trao đổi của nó cũng không cao vì nó là một chất khoáng tự nhiên có thành phần thương phẩm không ổn định.

Khả năng trao đổi ion của zeolit trong nước lợ thấp hơn rất nhiều so với trong nước ngọt do sự có mặt của muối: dung lượng trao đổi 0,12 g/kg với độ muối là 4‰; 0,10 g/kg với độ muối là 8‰; 0,08 g/kg với độ muối là 16‰ và chỉ 0,04 g/kg khi độ muối là 32‰.

Ở một số nước đông nam Á người ta hay sử dụng zeolit để bón cho các đầm nuôi tôm với liều lượng 200 kg/(ha.tháng) vì cho rằng nó có thể hấp phụ sunfua hydro (H_2S), khí CO_2 và trao đổi ion với amoni. Ngoài ra, cũng còn có ý kiến cho rằng silic trong zeolit sẽ tan vào nước, thúc đẩy tảo diatom (tảo cát) phát triển. Xét về góc độ khoa học, lập luận trên không có tính thuyết phục hay nói cách khác không đạt được mục đích như mong muốn và gây ra tốn kém không cần thiết. Lý do: trong nước các lỗ xốp của zeolit bị nước chiếm hết chỗ nên không thể hấp phụ tốt đối với H_2S và CO_2 . Silic trong zeolit không tan trong nước nên không thúc đẩy tảo cát phát triển, mặt khác đáy ao nuôi thường là nền đất chứa nhiều khoáng sét silic nên việc bổ sung một chút zeolit hầu như chẳng có tác động nào. Trao đổi amoni trong nước lợ có hiệu quả rất thấp như số liệu đã trình bày ở trên do độ muối cao.

Ý kiến cho rằng zeolit có khả năng loại bỏ amoniac trong thực tế sản xuất cũng là điều không có cơ sở rõ ràng. Ví dụ sau sẽ minh họa cho nhận định này:

Một ha ao nuôi tôm có thể tích là 10000 m^3 nước, giả định nồng độ amoni trong nước là 2 mg/l (2 g/m^3). Giả sử nước ở trong đầm nuôi là nước chưng cất (rất sạch), chỉ chứa duy nhất amoni. Khả năng trao đổi amoni của zeolit là 9 g/kg . Để giảm được từ 2 mg/l xuống 1 mg/l amoni trong ao phải cần đến 1110 kg zeolit. Trong nước lợ với độ muối 8‰ , để đạt được mức độ giảm 1 mg/l amoni phải cần tới 95.776 kg zeolit do hiệu quả trao đổi ion của nó lúc này chỉ bằng $1,16\%$ so với trong nước cất. Vì vậy có thể nói rằng sử dụng zeolit để loại bỏ amoni trong ao nuôi tôm có hiệu quả rất thấp.

Zeolit chỉ có hiệu quả xử lý amoni trong các bể nuôi cá cảnh hoặc các bể cá khi vận chuyển bằng cách lọc nước qua cột chứa zeolit sau đó zeolit đã sử dụng được tái sinh với dung dịch muối ăn (10%).

Sử dụng formalin

Ở vùng đông nam Á đôi khi người ta sử dụng formalin để loại bỏ amoniac trong các hồ nuôi tôm. Có những nghiên cứu cho rằng sử dụng formalin với liều lượng $5 - 10 \text{ mg/l}$ có khả năng loại bỏ được 50% amoniac trong ao nuôi do tạo thành hexamethylenetetramin và foramid. Tuy nhiên, formalin độc đối với thủy động vật, giết chết tảo làm cạn kiệt oxy trong nước và để lại dư lượng trong sản phẩm. Để có thể ứng dụng trong thực tiễn thì cần phải tiếp tục có những nghiên cứu tỉ mỉ hơn.

Sử dụng chiết xuất của cây kim giao

Chiết xuất từ cây kim giao (*Yucca schidigera*) có chứa hợp chất glyco, chất này có thể kết hợp với amoniac. Trong điều kiện phòng thí nghiệm người ta xác định được là cứ 1 g dịch chiết kim giao thương phẩm sẽ làm giảm $0,1 - 0,2 \text{ g}$ amoniac. Khả năng kết hợp với dịch chiết của amoniac phụ thuộc vào pH của môi trường, vấn đề chưa được khảo sát. Khảo sát trong thực tế cho thấy: sử dụng liều lượng $0,3 \text{ mg/l}$, chu kỳ 15 ngày thấy hàm lượng amoniac trong ao tôm thấp

hơn so với ao đối chứng và khả năng sống của tôm cao hơn. Tuy nhiên cần có những bằng chứng cụ thể về lợi ích của phương pháp trên trước khi ứng dụng vào thực tế.

Quản lý ao nuôi

Ngoài các giải pháp kỹ thuật xử lý amoniac đã trình bày, các giải pháp quản lý ao nuôi có tác dụng rất tốt và dễ tốn kém hơn.

Dựa trên quan sát: khi gió mạnh và nhiệt độ cao, pH lớn hơn 9, amoniac được giải hấp thụ (bay hơi) vào khí quyển có thể tới 10 kg/(ha.ngày), tương ứng với mức độ giảm 1 mg/(l.ngày). Từ kết quả trên có ý kiến cho rằng sục khí có thể làm bay hơi amoniac. Tuy vậy biện pháp sục khí nhằm làm bay hơi amoniac tỏ ra không có hiệu quả trong thực tiễn sản xuất do quá trình bị chi phối bởi rất nhiều yếu tố, trước hết là pH của nước. Ví dụ sử dụng máy sục khí bề mặt có công suất là 2 kW, thời gian sục khí là 24 giờ, thể tích nước được sục khí là 50 m³, pH = 8,5 cho kết quả là hàm lượng amoniac không giảm.

Những giải pháp quản lý sau có thể áp dụng để giảm thiểu nồng độ amoniac trong ao nuôi:

- Duy trì mật độ tảo ổn định trong ao, điều chỉnh các điều kiện sao cho không thừa và không đầy quá.
- Sử dụng thực ăn có chất lượng cao nhưng với liều lượng chỉ vừa đủ, không dư thừa protein so với nhu cầu.
- Loại trừ váng tảo lam nổi trên mặt nước, ví dụ bằng cách nuôi cá ăn tảo trực tiếp hoặc sử dụng thuốc diệt tảo.
- Phơi ao, bờ, rắc vôi để amoniac bay hơi vào khí quyển.
- Tháo nước ở gần đáy ao theo định kỳ hoặc liên tục và bổ sung nước có chất lượng tốt.
- Hạn chế lượng phân bón ở mức có thể.
- Nếu hàm lượng amoniac ở mức cao thì tìm cách giảm pH.
- Quan trắc, đánh giá hàm lượng amoniac trong ao để sớm có giải pháp khắc phục.

11.3.4. XỬ LÝ NITRIT

Khi cần xử lý nitrit, giải pháp đầu tiên là tăng hàm lượng muối trong nước, sao cho tỷ lệ trên đạt 10: 1 (Cl: N -NO₂). Với tỷ lệ trên tôm cá sẽ không bị độc. Đối với cá da trơn, tỷ lệ 20: 1 hoàn toàn có thể ngăn chặn bất cứ tác hại nào do nitrit. Do trong nước nuôi đã có sẵn clorua nên khi đưa thêm muối vào cần trừ bớt đi lượng đã có.

Muối ăn thông thường chứa khoảng 60% clorua thường được sử dụng cho mục đích trên. Muối được trải lên bề mặt nước, tốt nhất là phía trước máy sục khí để tạo điều kiện hoà tan nhanh và trộn đều.

Thay nước cũng là giải pháp có hiệu quả đối với ao nuôi nhỏ.

11.3.5. XỬ LÝ HYDRO SUNFUA

Hydro sunfua hình thành ở các vùng yếm khí trong ao nuôi, đặc biệt là ở đáy ao. Vấn đề hydro sunfua thường hay gặp trong nguồn nước lợ hơn so với nước ngọt do hàm lượng sunfat trong nước lợ cao hơn. Trong vùng yếm khí, sắt (II) cũng dễ hình thành, nó có khả năng kết tủa hydro sunfua.

Có thể ngăn chặn sự hình thành hydro sunfua bằng cách sục khí hay tạo dòng chảy nhằm ngăn chặn vùng yếm khí xuất hiện. Thông thường hàm lượng hydro sunfua không lớn trong các ao hồ hợp vệ sinh (ít thức ăn dư, thu gom phân thường xuyên) và bị oxy hoá rất nhanh, chỉ trong một số ít trường hợp là tích tụ đủ mức gây hại.

Độc tính của hydro sunfua có thể giảm bớt bằng cách tăng pH của nước để đưa chúng về dạng ít độc, S²⁻.

Ở Nhật Bản, một số nhà nuôi thủy sản sử dụng bột sắt (II) oxit, FeO bón xuống đáy ao, để kết tủa hydro sunfua.

11.3.6. THUỐC CHỮA BỆNH

Rất nhiều loại thuốc chữa bệnh được sử dụng cho ao nuôi thủy sản, ba loại hoá chất gồm thuốc tím, formalin và đồng sunfat là hoá

chất có ảnh hưởng và tác động đến chất lượng nước nuôi. Đồng sunfat với tác dụng là chất diệt tảo nó cũng gây độc với một mức độ nào đó đối với thủy động vật. Phần tiếp theo chỉ đề cập đến thuốc tím và formalin với tư cách là thuốc chữa bệnh, phòng bệnh cho vật nuôi trong ao.

Thuốc tím

Nhiều loại bệnh của cá được điều trị bằng thuốc tím. Do độc tính đối với thủy động vật và đặc biệt đối với tảo nên liều lượng sử dụng chỉ nằm trong khoảng 2 – 4 mg/l khi sử dụng đối với ao nuôi. Liều lượng trên không ảnh hưởng đến hàm lượng oxy trong nước.

Tác dụng diệt khuẩn của thuốc tím bị hạn chế khi mật độ tảo cao, cho nên người ta dễ nghi ngờ về hiệu quả khi sử dụng liều lượng 2 – 4 mg/l. Mức độ tiêu hao thuốc tím dao động từ 0,5 mg/l đối với nước ao trong đến 5,5 mg/l với nước nuôi chứa nhiều tảo. Nồng độ thuốc tím dư ở mức 2,5 mg/l mới có tác dụng diệt vi khuẩn gây bệnh cho cá, vì thế đối với ao nước trong liều lượng sử dụng cũng không thấp hơn 3 mg/l và với ao chứa nhiều tảo cũng phải đạt tới 8 mg/l. Nồng độ cao tới 8 mg/l sẽ gây độc đối với tôm, cá.

Vì thuốc tím có màu và qua đó có thể nhận biết được lượng thuốc tím dư nên có nhiều người nuôi áp dụng cách thức là sử dụng thuốc tím theo cách lặp lại từng liều nhỏ đến khi nước xuất hiện màu. Phương thức trên tỏ ra ít thích hợp, tốn thời gian. Để dễ dàng hơn người ta có thể thực hiện như sau: Lấy mẫu nước ao nuôi với dung tích 1 lít, đưa vào các mẫu đo nồng độ thuốc tím 0,1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 mg/l. Quan sát màu của các mẫu nước có nồng độ thuốc tím khác nhau sau 15 phút, thấy mẫu nào vẫn có màu tím nhạt mà nồng độ là thấp nhất thì có thể coi đó là lượng thuốc tím tiêu hao (ví dụ mẫu có nồng độ là 2 mg/l). Liều lượng thuốc tím cần để diệt loại vi khuẩn gây bệnh chính là nồng độ đó nhân với 2,5 (ví dụ $2 \times 2,5 = 5$ mg/l). Mặc dù thuốc tím độc đối với thủy động vật ở vùng nồng độ thấp nhưng khi bị tiêu hao do phản ứng hoá học, nó chuyển hoá về dạng mangan dioxit có độc tính rất thấp. Do đó đối với nước có mật độ tảo cao, việc

sử dụng nồng độ thuốc tím cao cũng ít gây ảnh hưởng độc cho cá. Có khảo sát cho thấy, nước có mức độ tiêu hao thuốc tím tới 4 mg/l, liều lượng sử dụng tới 8 mg/l vẫn không gây độc đối với cá mang xanh. Độc tính của thuốc tím giảm khi nguồn nước có độ tiêu hao thuốc tím lớn. Tuy nhiên khi sử dụng liều lượng lớn đối với ao có mật độ tảo lớn dễ gây ra tảo chết và làm cạn kiệt nguồn oxy trong nước.

Formalin

Formalin được sử dụng khá rộng rãi để diệt nấm bám trên trứng cá và các ký sinh trùng ngoại lai trên cơ thể cá. Hoá chất này có độc tính thấp đối với cá. Liều lượng sử dụng 1103 – 2206 mg/l (1- 2 ml/l) trong bể có dòng chảy liên tục trong 15 phút, 184 – 276 mg/l (0,16 - 0,25 ml/l) trong bể tĩnh, trong một giờ hoặc 16,5 - 27,6 mg/l (0,015 - 0,025 ml/l) trong ao nuôi với thời gian tùy ý. Formalin có độc tính cao đối với thực vật, liều lượng 15 mg/l (0,013 ml/l) làm chết tảo và gây hiện tượng thiếu oxy.

Khi sử dụng formalin cần phải theo dõi hàm lượng oxy trong nước và cần có biện pháp cấp cứu như sục khí để đề phòng sự cố thiếu oxy.

11.3.7. SỬ DỤNG CHẾ PHẨM SINH HỌC

Cấy vi khuẩn

Cấy vi khuẩn và sử dụng chế phẩm enzym với mục tiêu cải thiện chất lượng nước nuôi và đất là điều được quan tâm đặc biệt.

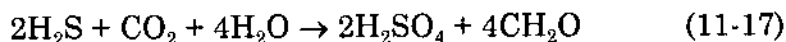
Cấy vi khuẩn sống vào nước nuôi và đất nhằm cải thiện quần thể vi sinh vật có khả năng phân hủy xenlulose, oxy hoá amoniac, khử nitrat, oxy hoá hydro sunfua cùng với các tác dụng khác. Ý tưởng sử dụng vi sinh vật để cải thiện môi trường nước và đất được bắt nguồn từ các nghiên cứu của các nhà khoa học Liên Xô (cũ). Các nhà khoa học thông báo rằng việc sử dụng các loại vi sinh vật cố định đạm và

khoáng hoá photpho làm tăng nguồn dinh dưỡng cho đất và qua đó tăng năng suất cây trồng. Những nghiên cứu ở các quốc gia khác không cho thấy kết quả tương tự. Người ta cũng thả cá một số loại vi sinh vào nước thải để tăng cường hiệu quả xử lý nhưng giải pháp đó cũng tỏ ra ít hiệu quả trong thực tiễn.

Mục đích của việc bổ sung thêm vi sinh vật vào ao nuôi bao gồm: ngăn chặn sự hình thành mùi vị khó chịu, giảm tỷ lệ tảo lam trong ao nuôi, giảm hàm lượng amoniac, nitrit, nitrat, photpho, tăng lượng oxy tan trong ao nuôi, tăng cường khả năng phân hủy chất hữu cơ.

Một hỗn hợp các loại vi sinh *Bacillus*, *Nitrobacter*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Cellulomonas*, *Rhodopseudomonas* được cấy vào ao nuôi cá da trơn và một số ao nuôi khác để đánh giá. Kết quả cho thấy, nồng độ của amoniac, nitrit, nitrat, photpho, chất hữu cơ dễ sinh hủy (BOD), mật độ tảo, mật độ vi sinh, tỷ trọng nhóm tảo lam không khác so với ao đối chứng. Riêng hàm lượng oxy hoà tan trong các đợt nghiên cứu thì có một vài lần cao hơn nhưng phần lớn cũng không khác so với ao đối chứng. Sản lượng cá thu hoạch được cũng không cao hơn trong ao có cấy thêm vi sinh vật.

Ở Châu Á có nhiều hãng cung cấp sản phẩm “vi khuẩn quang hợp” có tác dụng oxy hoá hydro sunfua thành sunfat:



Tuy vậy cho tới nay chưa có bằng chứng có tính thuyết phục là loại vi sinh này có khả năng làm giảm nồng độ hydro sunfua trong nước nuôi.

Nhiều khảo sát khác cũng chưa chứng tỏ được hiệu quả của việc cấy vi sinh vào các ao nuôi mà làm tăng được chất lượng nước, kể cả trong trường hợp cấy nhiều lần trong một tuần thay vì vài tuần hay vài tháng cấy một lần như khuyến cáo của các hãng cung cấp.

Sử dụng chế phẩm enzym

Để thúc đẩy tốc độ một phản ứng hoá học, nhất là các phản ứng có tốc độ chậm người ta thường sử dụng chất xúc tác. Sự có mặt của

chất xúc tác không làm thay đổi cân bằng của phản ứng mà chỉ thúc đẩy nó tiến nhanh tới trạng thái cân bằng. Nhờ vào tính chất đặc hiệu của xúc tác nên có một số sản phẩm hình thành sẽ có được hiệu suất cao hơn.

Trong các phản ứng sinh hoá, chất xúc tác có đặc thù riêng, đặc biệt là tính chất chọn lọc cho từng phản ứng và gọi là enzym. Enzym tồn tại trong các tế bào sống, vi khuẩn tạo ra các enzym ngoại bào và tiết ra ngoài. Tên của enzym được gọi theo các phản ứng hoá học mà nó có tác dụng xúc tác. Ví dụ enzym cellulaze xúc tác cho phản ứng bẻ gãy mạch phân tử cellulose thành các phân tử nhỏ hơn, oxidase xúc tác cho phản ứng oxy hoá.

Vì khuẩn tiết ra các enzym ngoại bào có khả năng bẻ gãy các phân tử hữu cơ thành các phân tử nhỏ, các phân tử nhỏ này được vi sinh vật hấp thu trở lại và tham gia các phản ứng trong tế bào (phản ứng đồng hoá - dị hoá. Một số nghiên cứu tập trung vào việc chế tạo và sử dụng các chế phẩm enzym có khả năng thúc đẩy các phản ứng xảy ra trong môi trường nước và đất. Một số các sản phẩm hiện đang được sử dụng trong ngành nuôi trồng thủy sản.

Một điều cần lưu ý là việc sử dụng enzym sẽ không có tác dụng nếu không có mặt của vi sinh vật trong việc phân hủy chất hữu cơ hay một độc tố nào đó. Enzym ngoại bào chỉ có tác dụng phân hủy bước đầu trong chuỗi phản ứng. Trong trường hợp các chất cần phân hủy có nồng độ lớn thì enzym dễ bị mất tác dụng do bị bao bọc bởi các chất này. Chế phẩm enzym tỏ ra có tác dụng trong một số trường hợp, tuy nhiên đối với nuôi trồng thủy sản cần có thêm những đánh giá cần thiết.

11.3.8. CHẤT DIỆT KHUẨN

Nhiều người nuôi tôm cho rằng, chất lượng nước nuôi xấu là do nhiễm nhiều vi khuẩn gây bệnh, vì vậy khi diệt được chúng tức là cải thiện được chất lượng nước.

Chất diệt khuẩn thông dụng nhất là polyvinyl - pyrrolidone iodine (providone iodine), alkyl dimethyl - benzylamonium chloride (BKC) và glutaraldehyde.

Trong nước và đất có nhiều loại vi khuẩn hoại sinh là do hàm lượng cao của các chất hữu cơ trong đó, đó là môi trường thuận lợi cho chúng phát triển. Vì vậy việc cải thiện chất lượng nước trong các ao nuôi không phải là diệt vi sinh hoại sinh mà là cải thiện chất lượng nước bằng các giải pháp khác như: giảm lượng thức ăn để giảm lượng tồn dư chất hữu cơ, tăng cường oxy cho ao để các chất hữu cơ dễ phân hủy.

11.3.9. MỘT SỐ XỬ LÝ KHÁC

Xử lý sắt

Một số nguồn nước ngầm chứa sắt (II) thỉnh thoảng được sử dụng để nuôi cá và ương giống cá. Khi vào ao và được làm thoáng khí thì sắt sẽ chuyển hoá thành dạng hydroxit dễ lắng với điều kiện pH = 6 - 8,5.

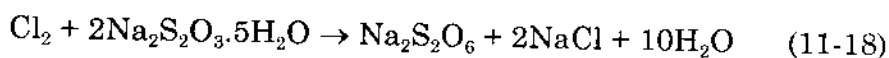
Với các bể ương giống, loại bỏ sắt có thể tiến hành theo nhiều phương pháp, ví dụ làm giàn mưa, lọc qua đá vôi, hoặc sục khí, để lắng và lọc qua cát. Sắt hydroxit chỉ có thể kết tủa ở khoảng pH nhất định: 6 - 8,5.

Chiết xuất từ chanh

Ở Ecuador, các nhà nuôi tôm hay sử dụng chiết xuất từ chanh hay quả có múi để xử lý ao nuôi tôm nhằm cải thiện chất lượng nước. Chiết xuất thông dụng nhất, KILOL, được chiết từ hạt bưởi. Nó được phun trực tiếp vào ao nuôi hoặc trộn cùng với vôi khi sử dụng. Sản phẩm này không độc đối với môi trường và cho là có tác dụng tốt trong một số trường hợp.

Natri thiosunfat

Sau khi khử trùng cho nước bằng clo, lượng clo dư cần được loại bỏ. Phương pháp xử lý clo dư có hiệu quả nhất là sử dụng thiosunfat, nó phản ứng với clo theo:



Để loại bỏ 1 g clo cần 7 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Natri thiosunfat không độc đối với cá mang xanh, cá vàng cho tới nồng độ 180 mg/l tại 22°C.

Sục khí và phơi nắng cũng khử được clo dư nhưng chậm.

Nước nuôi giống

Có ý kiến cho rằng nước nuôi giống cá da trơn tốt nhất là nguồn nước ngầm do: ít chất huyền phù, ít chất hữu cơ, ít vi khuẩn gây bệnh.

Tiêu chuẩn và giải pháp xử lý nước nuôi giống cá da trơn được tóm tắt trong bảng 11.2.

Bảng 11.2. Chất lượng nước nuôi giống cá da trơn (từ nguồn nước ngầm)

Thông số	Khoảng tối ưu	Không đạt	Cách khắc phục
Nhiệt độ	25 - 28°C	-	
Độ muối	100 - 800 mg/l	ít quá nhiều quá	- Bổ sung thêm muối ăn - Pha loãng thêm với nước
Oxy tan	6 mg/l	ít	Sục khí
Carbon dioxit	< 10 mg/l	quá nhiều	Sục khí
Độ cứng	> 20 mg/l CaCO_3	ít quá	Bổ sung thêm CaCl_2
Amoniac (NH_3)	< 0,05 mg/l	quá nhiều	Xử lý với zeolit hoặc biện pháp sinh học
Sắt	< 0,05 mg/l	quá nhiều	Tăng pH, sục khí, lọc
Hydro sunfua	< 0,05 mg/l	quá nhiều	Sục khí hoặc cho thêm clo hoạt động

Nước nuôi tôm giống thường là nước mặn hoặc nước lợ. Nước không được chứa các loại động vật phù du vì chúng có thể ăn ấu trùng tôm, nước phải trong và không chứa độc tố. Nước có thể lấy trực tiếp từ nước biển hoặc lấy từ giếng khoan nông ở ven biển, tức là nước biển đã được lọc qua cát. Nước lọc qua cát loại trừ được chất gây đục và động vật phù du. Tuy nhiên nước lọc cũng chưa đảm bảo an toàn nên cần được khử trùng với clo, liều lượng vài mg/l. Clo dư có thể khử với natri thiosunfat hoặc lọc qua than hoạt tính, tuy nhiên thông dụng nhất vẫn là lưu giữ để cho clo bay hết mùi. Tôm nhỏ rất dễ nhạy cảm với kim loại nặng, vì vậy nên người ta thường bổ sung thêm 5 – 10 mg/l ethylendiamin tetreacetic axit dinatri (Na EDTA), chất này có khả năng tạo phức chất với các kim loại nặng. Có thể xử lý kim loại nặng theo các phương pháp khác rẻ hơn, nhìn chung nếu pH của nước có giá trị trên 7,5 và đầy đủ oxy thì kim loại nặng tan trong nước là rất thấp.

Bài 12

QUẢN LÝ CHẤT THẢI

- Hiệu suất chuyển hoá thức ăn trong ao nuôi thâm canh, bán thâm canh rất thấp: đối với đạm, lân dưới 50%; đối với chất hữu cơ dưới 20%. Lượng vật chất không chuyển hoá trở thành chất gây ô nhiễm cho môi trường nuôi.
- Quản lý chất thải là các biện pháp khi áp dụng nhằm tận dụng tốt hơn nguồn thức ăn và ngăn ngừa ô nhiễm môi trường, mục đích cuối cùng là đạt lợi nhuận tối đa.
- Chất gây ô nhiễm có nguồn gốc từ thức ăn thông qua quá trình tiêu hoá, bài tiết, phân hủy từ vật nuôi và vi sinh vật, thủy động vật trong ao. Các chất gây ô nhiễm tồn tại trong nước hoặc trong lớp bùn đáy.
- Chất gây ô nhiễm không trực tiếp sinh ra từ các quá trình sinh hoá trong ao nuôi, quan trọng nhất là tạo phát triển và phân hủy.
- Ao nuôi là hệ sinh thái tốt, khi được quản lý tốt sẽ sinh ra ít chất thải, mức độ gây ô nhiễm không cao.
- Chất thải rắn trong ao nuôi gồm chất vô cơ (bùn, hạt sét) và hữu cơ (tảo, thức ăn dư, phân, mảnh vụn hữu cơ). Chúng được sinh ra trong nội bộ ao là chủ yếu vì vậy ít gây ô nhiễm trừ khi bị cuốn ra ngoài theo nước.
- Lượng nước thải ra khỏi ao phụ thuộc vào lượng mưa, dạng ao nuôi và phương thức quản lý ao. Ao nuôi tôm có thay nước hàng ngày có lượng nước thải lớn nhất.
- Thành phần gây ô nhiễm đáng quan tâm chủ yếu là chất lơ lửng, amoniac và photpho tổng. Mật độ nuôi cao là một trong

các yếu tố ảnh hưởng mạnh đến mức độ gây ô nhiễm nước nuôi.

- Mức độ ô nhiễm trong nước ngọt cao hơn so với trong nước lợ, nước mặn.
- Biện pháp có hiệu quả trong quản lý nước nuôi, nước thải bao gồm: mật độ nuôi hợp lý, thức ăn có chất lượng tốt, cách cho ăn phù hợp, sử dụng đúng kỹ thuật sục khí, tái sử dụng nước, tháo cạn và thay nước.
- Sục khí là một trong những giải pháp kỹ thuật quan trọng nhất nhằm cải thiện chất lượng nước nuôi: tăng cường oxy cho nước, chống hiện tượng phân tầng nhiệt, thúc đẩy chất hữu cơ và amoniac phân hủy. Sục khí nên tiến hành vào các thời điểm thích hợp: sáng sớm, trời ít nắng, vào giai đoạn sử dụng nhiều thức ăn.
- Nước thải từ ao nuôi có thể xử lý theo nhiều phương pháp khác nhau. Các giải pháp khả thi trong thực tiễn gồm: tưới tiêu, xử lý ngập nước và lắng.
- Bùn trong ao chứa không nhiều chất hữu cơ, vì vậy việc nạo vét bùn là không cần thiết. Biện pháp có thể áp dụng là gạt bùn vào chỗ trũng trong ao nuôi để hạn chế chúng phân tán khi sục khí.
- Xác vật nuôi chết cần được chôn cất có rắc vôi hoặc ủ làm phân bón.
- Quản lý ô nhiễm môi trường nuôi thủy sản khá khó khăn do đối tượng tham gia nuôi trồng rất đa dạng. Để có tác dụng thật sự cần có những đánh giá cụ thể và các quy định đưa ra phải trên cơ sở thực tế, khả thi và có ích.

Song song với việc quản lý chất lượng nước trong ao nuôi, áp dụng các giải pháp kỹ thuật để duy trì chất lượng nước nuôi, việc quản lý chất thải từ ao nuôi cũng có vai trò đặc biệt quan trọng do

các ao nuôi không tồn tại biệt lập với nhau. Sau các trận mưa to, nước trong ao có thể chảy tràn ra ngoài, thay nước cho ao nuôi cũng thường được sử dụng trong nuôi trồng, tháo cạn ao để thu hoạch. Nước từ ao nuôi chứa nhiều loại chất gây ô nhiễm và có thể gây hại cho các nguồn nước nhận. Tại một số nước có những quy định về tiêu chuẩn thải về mức độ ô nhiễm cũng như lưu lượng thải (thể tích) từ các ao nuôi ra nguồn nước nhận nhằm đảm bảo chất lượng nước cho vùng xung quanh. Chất thải rắn cũng hình thành trong quá trình nuôi: phân, thức ăn dư, tôm cá chết và cần được xử lý đúng nếu không chúng sẽ gây hại cho môi trường, gây bệnh cho vật nuôi trong các ao khác. Phần này sẽ đề cập tới một số giải pháp quản lý các loại chất thải nêu trên.

12.1. CHẤT GÂY Ô NHIỄM

Dinh dưỡng và chất hữu cơ

Chất dinh dưỡng trong ao (N, P) nuôi có nguồn gốc chủ yếu từ phân bón và thức ăn, chất hữu cơ cũng có nguồn gốc từ thức ăn nhưng chủ yếu từ quá trình quang hợp của tảo.

Mức độ gây ô nhiễm nước nuôi do đạm, lân, chất hữu cơ trong ao sử dụng phân bón hoá học có thể hình dung qua số liệu sau đây:

Lượng phân bón cho ao trừ đi lượng phân chuyển hoá thành sản phẩm chính bằng lượng thải không có tác dụng.

Ao nuôi cá rô phi có năng suất 2179 kg/ha sử dụng lượng phân đạm 120 kgN/ha, lân 73 kgP₂O₅/ha (33 kgP/ha). Cá rô phi có khối lượng khô chiếm 26%, trong cá khô lượng N chiếm 9%, P chiếm 3%. Cá khô thu được sẽ là $2179 \times 0,26 = 567$ kg, trong đó N chiếm 51 kg ($567 \times 0,09$) và P chiếm 17 kg ($567 \times 0,03$). Số liệu trên cho thấy lượng nitơ hữu ích chiếm 42,5% ($51/120$), lượng P hữu ích là 51,5% ($17/33$), lượng N, P hữu ích nằm ở dạng sản phẩm.

Lượng N không được sử dụng (57,5%) và lượng P (49,5%) nằm lại trong ao dưới dạng bị bỏ phí nhưng đồng thời là chất thải gây ô nhiễm cho môi trường.

Lượng chất hữu cơ sinh ra trong ao được tính như sau: Sản lượng quang hợp của tảo trong điều kiện bón phân hoá học là 3 – 6 g C/(m².ngày). Thời gian nuôi một vụ là 5 tháng, vậy mỗi vụ nuôi lượng chất hữu cơ hình thành là 4500 – 9000 kg/ha. Cá rô phi khô có lượng carbon (C) là 45%, vậy lượng carbon trong cá chỉ là 255 kg (567 x 0,45), tức là chỉ chiếm có 2,8 - 5,6% lượng carbon do tảo tổng hợp được. Lượng carbon không sử dụng được (> 90%) bị phân hủy một phần, một phần nằm lại trong ao dưới dạng chất ô nhiễm.

Với ao nuôi sử dụng phân bón hữu cơ ta cũng có hình ảnh tương tự lượng nitơ, photpho không có hiệu quả chiếm xấp xỉ 80%, lượng hữu cơ không hiệu quả chiếm trên 95%.

Trong ao nuôi sử dụng thức ăn tổng hợp ta có hình ảnh sau: Đối với cá da trơn hiệu quả sử dụng thức ăn (chuyển hoá thức ăn thành sản phẩm tươi) là 2,0, tức là cứ cho ăn 2 kg thức ăn tổng hợp thì thu được 1 kg cá tươi. Tỷ lệ khối lượng của cá khô chiếm 23% còn của thức ăn là khoảng 92% (8% độ ẩm). Lượng nitơ trong thức ăn chiếm 5,58% ($\approx$ 33% đạm protein), photpho chiếm 0,87%. Trên cơ sở thành phần N, P, C của cá khô và so sánh với thành phần của thức ăn cho thấy tỷ lệ mất mát (không biến thành sản phẩm: lượng thức ăn: 87,5%, lượng nitơ: 79,6%, lượng photpho: 79,6%, lượng carbon: 84,9%).

Tính toán tương tự cho ao nuôi tôm bán thâm canh cũng cho thấy tỷ lệ mất mát thức ăn: 86,1%; nitơ: 57,4%; photpho: 78,7%; carbon: 88,5%.

Trong ao nuôi tôm thâm canh sử dụng thức ăn có chất lượng cao (30 - 40% protein thô) tỷ lệ hao hụt nitơ còn lớn hơn so với ao nuôi bán thâm canh.

Trong ao nuôi dùng thức ăn tổng hợp, quá trình quang hợp của tảo xảy ra cũng không kém hơn trong các ao bón phân. Một đánh giá cho thấy để sản xuất 1000 kg cá da trơn tươi bằng thức ăn, lượng

chất dinh dưỡng ($N < P$) thải ra đủ để 2000 kg tảo khô hình thành. Đối với ao nuôi tôm ta cũng có số liệu tương tự.

Hình ảnh chung của quá trình chuyển hoá thức ăn tổng hợp trong ao nuôi như sau:

- Cá, tôm ăn được 90 - 95% lượng thức ăn, 5 - 10% bị hao phí, mất mát trực tiếp. Lượng mất mát này bị phân hủy sinh ra amoniac, photphat và CO_2 .
- Sau khi ăn thải ra từ 10 - 20% dưới dạng phân, đó là những thành phần không tiêu hoá được. Phân sẽ bị phân hủy thành amoniac, photphat và CO_2 .
- Thành phần không bị thải ra ngoài (80 - 90%) được hấp thu qua thành ruột, được sử dụng cho hoạt động (hô hấp), sinh năng lượng (75 - 80%), phần còn lại 20 - 25% dùng để phát triển cơ thể (tăng cân). Trong quá trình hô hấp, hoạt động chúng thải ra các chất bài tiết. Amoniac, photphat, CO_2 sinh ra từ quá trình hô hấp và phân hủy các chất bài tiết.
- CO_2 , N, P sinh ra từ thức ăn dư, phân, các chất bài tiết chính là nguyên liệu để tảo quang hợp tạo ra tế bào hữu cơ. Khi chết lắng xuống đáy ao chúng lại tiếp tục phân hủy thành các nguyên liệu mà chúng đã sử dụng.

Nước và bùn trong các ao nuôi vì vậy chứa tất cả các tạp chất trên ở dạng tan, không tan, chúng chính là các chất gây ô nhiễm.

Chất hữu cơ do tảo tổng hợp từ CO_2 , amoniac, photphat chủ yếu được tảo sử dụng cho quá trình hô hấp xảy ra ngay trong tế bào của tảo và một phần tạo ra sinh khối tảo. Một phần tảo được các loại thủy động vật sử dụng làm thức ăn và lại được thải ra dưới dạng phân, chất bài tiết, amoniac, CO_2 hoặc được tạo thành tế bào động vật (sinh khối). Lượng tảo dư sẽ chết, lắng xuống đáy ao hoặc bị cuốn ra khỏi ao nuôi. Tảo chết, động vật chết, phân, thức ăn thừa là các chất rắn sẽ bị phân hủy trong nước hoặc trong bùn thành các chất vô cơ: nước, CO_2 , amoniac, photphat và một số chất hữu cơ tan trong nước.

Photphat dễ bị lắng xuống đáy ao, nằm ở dạng không tan, khi đó tảo không có khả năng hấp thụ. Có đánh giá cho rằng khoảng 60% lượng photpho có trong thức ăn sẽ bị mất vào lớp bùn.

Khí CO_2 sinh ra do quá trình hô hấp của động, thực vật, phân hủy vi sinh lại được tảo sử dụng trong quá trình quang hợp hoặc được chuyển hoá thành độ kiềm của nước. Trong trường hợp có nồng độ cao một phần có thể bay vào không khí.

Amoniac được thực vật hấp thụ để tạo ra protein, một phần được hấp thu vào các chất sa lắng, một phần bị oxy hoá bởi vi sinh thành nitrit, nitrat. Nitrat, nitrit có thể lại bị khử vi sinh thành khí nitơ bay vào khí quyển.

Nước chảy ra khỏi ao luôn chứa tất cả các thành phần trên. Nước thấm từ ao ra ngoài thường chỉ chứa các chất hoà tan, chất rắn được lọc và nằm lại trong ao.

Nước ao có tiềm năng gây ô nhiễm là các nguồn nước thải do: thay nước, nước chảy tràn, nước tháo cạn khi thu hoạch.

Ao nuôi là hệ sinh thái tốt trong quá trình chuyển hoá các chất hữu cơ, các chất dinh dưỡng. Có đánh giá cho rằng ô nhiễm trong nguồn nước thải từ ao nuôi cá da trơn chỉ chiếm: 3,1%C, 28,5%N, 7%P so với lượng tương ứng trong thức ăn đã sử dụng. Với các ao nuôi có lượng chảy tràn thấp sau các trận mưa lớn thì lượng nước thải chủ yếu là do tháo cạn khi thu hoạch.

Chất thải rắn

Hai nguồn chất thải rắn chính trong ao nuôi là chất rắn lơ lửng vô cơ (hạt sét) và chất hữu cơ gồm tảo và các mảnh vụn hữu cơ khác.

Chất rắn vô cơ lơ lửng là do đất xói lở từ bờ ao hay do nước mưa tràn vào mang theo khi chảy qua mặt đất. Các chất hữu cơ dạng không tan do tảo sống, các mảnh hữu cơ do phân hủy thực vật chết, phân của động vật và thức ăn thừa. Các chất rắn không tan có thể hình thành chính từ nội bộ ao: lơ bờ do sóng vỗ, khuấy từ đáy ao do sục khí, cá quấy, đánh bắt, dòng chảy vào hoặc ra khỏi ao. Các chất này lại có thể lắng trở lại xuống đáy ao.

Chất rắn trôi ra khỏi ao theo nước chủ yếu là quá trình tháo cạn nước, ngang với lượng rửa trôi trên các mảnh đất trồng cây.

Bùn lắng ở đáy ao chủ yếu là thành phần hữu cơ, có độ dày có thể tới vài cm. Chất hữu cơ có tỷ trọng thấp (nhẹ) nên tập trung chủ yếu trên lớp mặt. Khi tháo cạn nước các chất hữu cơ này thường bị nổi lên và chảy ra ngoài theo nước. Mỗi lần tháo cạn ao, lượng chất hữu cơ trôi theo nước có thể tới 370 kg/ha. Ở các ao nuôi cá da trơn, độ dày của lớp bùn có thể tới 10 cm, lượng chất hữu cơ trong đó trung bình là 84 mg/l (84 kg/ha).

12.2. LƯỢNG THẢI

Lượng nước thải ra khỏi ao nuôi phụ thuộc vào lượng mưa, dạng ao nuôi và cách thức quản lý ao. Lượng nước thải ra từ ao xấp xỉ lượng nước vào ao khi các ao này hàng năm đều được tháo cạn khi thu hoạch. Với các ao không tháo khi thu hoạch thì thông thường thể tích của nó không thể đáp ứng để lưu giữ tất cả nước chảy vào, vì thế nguồn nước vào sẽ chảy qua ao.

Lượng nước thải ra khỏi ao chính là bằng lượng mưa hàng năm trừ đi lượng nước bốc hơi nhân với diện tích của ao. Cả lượng mưa và lượng nước bốc hơi đều không ổn định, phụ thuộc theo mùa, theo nhiệt độ, gió. Lượng nước thải ra từ ao hàng năm sẽ dao động từ 1,4 đến 2,5 lần thể tích của ao nuôi.

Ao xây theo kiểu đê ngăn nước (ví dụ nuôi trong các hồ, đập nước) không đủ diện tích để chứa nước vào trừ trường hợp đập hồ đủ thể tích giữ nước khi trời mưa to nhất.

Để giữ được nước, giảm giá thành bơm và thu hoạch thuận lợi trong ao nuôi cá da trơn, người ta không tháo cạn nước hoặc không tháo, chỉ tháo cạn sau chu kỳ 5 - 10 năm, khi thả loại giống mới hoặc sửa chữa ao nuôi. Đó là phương pháp có lượng thải thấp nhất.

Các nhà nuôi tôm thường hay thay nước cho ao, khoảng 5 - 10% thể tích ao trong ngày. Thời gian nuôi một vụ kéo dài khoảng 140 ngày thì lượng nước thay bằng 7 - 14 lần thể tích nước ao nuôi. Đó là

lượng nước thải rất lớn. Ao nuôi thường có độ sâu 1 - 1,5 m chứa lượng nước 10 – 15 ngàn m³ nước, lượng nước thải ra từ 1 ha trong một vụ có thể tới trên 200 ngàn m³.

12.3. ĐẶC TRƯNG Ô NHIỄM

Thành phần và mức ô nhiễm trong nguồn nước thay, nước tràn sau mưa to và nước tháo cạn trong giai đoạn ban đầu giống với nước trong ao nuôi. Kết quả đo đạc một số đặc trưng ô nhiễm trong ao nuôi cá da trơn của 25 ao trong vòng 2 năm vào các mùa được ghi lại trong bảng 12.1.

Khuynh hướng nồng độ các chất gây ô nhiễm cao về mùa hè và mùa thu, tuy nhiên sự khác biệt không lớn. Khi so sánh với tiêu chuẩn thải của nhiều quốc gia thấy rằng những đặc trưng ô nhiễm cần quan tâm hơn cả là các chỉ tiêu amoniac, photpho và cặn lơ lửng (so sánh với bảng 12.2).

Chất lượng nước trong ao nuôi tôm có mật độ nuôi khác nhau được ghi lại trong bảng 12.3. Từ số liệu của bảng 12.3 cho thấy chất lượng nước nuôi xấu đi rõ rệt khi mật độ nuôi trên 40 con/m². Chú ý rằng khi nuôi tôm với mật độ 30 – 40 con/m² (bảng 12.4) thì chất lượng nước tương tự với nước nuôi trung bình của cá da trơn (bảng 12.1). Ô nhiễm đặc trưng của nước trong ao nuôi tôm thâm canh được ghi lại trong bảng 12.4.

Bảng 12.1. Đặc trưng ô nhiễm (trung bình và khoảng đo) trong ao nuôi cá da trơn trong 25 ao, thời gian khảo sát 2 năm (Alabama, Mỹ)

Thông số	Mùa đông	Mùa xuân	Mùa hè	Mùa thu
BOD (mg/l)	9,03 (1,90 - 17,50)	5,96 (2,10 - 21,86)	9,58 (2,60 - 20,33)	13,12 (1,28 - 35,54)
Cặn lơ lửng (mg/l)	53,2 (0,7 - 202,1)	53,3 (6,3 - 256,4)	86,25 (10,0 - 239,4)	85 (14,0 - 320,0)
Hữu cơ không tan (mg/l)	32,7 (0,2 - 162,3)	25 (2,3 - 88,4)	26,2 (3,2 - 208,0)	27,4 (2,1 - 85,7)

Bảng 12.1 (tiếp)

Photpho tổng (mg/l)	0,16 (0,0 - 0,571)	0,195 (0 - 0,390)	0,283 (0,01 - 0,71))	0,346 (0,06 - 1,48)
Photpho tan (mg/l)	0,013 (0 - 0,048)	0,05 (0 - 0,052)	0,01 (0 - 0,042)	0,012 (0 - 0,097)
TKN (mg/l)	2,78 (0,58 - 9,19)	3,95 (1,47 - 10,64)	4,7 (1,57 - 11,26)	6,23 (1,98 - 14,04)
Amoniac (mg/l)	0,48 (0,029 - 2,476)	0,92 (0,008 - 4,077)	1,32 (0,050 - 4,708)	1,81 (0,092 - 7,713)
Nitrit (mgN/l)	0,025 (0,001 - 0,116)	0,097 (0,001 - 1,370)	0,081 (0,002 - 0,530)	0,058 (0,005 - 0,302)
Nitrat (mgN/l)	0,938 (0,183 - 6,307)	0,737 (2,90 - 13,40)	0,486 (2,60 - 13,00)	0,632 (4,30 - 16,80)
Oxy tan (mg/l)	10,14 (1,9 - 15,3)	7,49 (2,9 - 13)	5,32 (2,6 - 13,0)	9,14 (4,3 - 16,8)
pH	8,6 (7,7 - 9,5)	8,3 (7,8 - 8,6)	7,8 (6,0 - 8,9)	8,3 (7,2 - 9,3)

*Bảng 12.2. So sánh tiêu chuẩn chất lượng nước trong ao nuôi
so với tiêu chuẩn chung*

Thông số	Tiêu chuẩn thải giới hạn	Số ao vượt tiêu chuẩn thải (%)
Chất lơ lửng	30 mg/l	75
BOD	30 mg/l	2
Photpho tổng	0,17 mg/l	80
Amoniac	1,77 mgN/l	23
Nitrit	0,83 mgN/l	1
Nitrat	16,9 mgN/l	0
pH	6,0 - 8,5	1
Oxy tan	5 mg/l	13

Bảng 12.3. Chất lượng nước thải từ ao tôm với mật độ nuôi khác nhau

Thông số	Mật độ nuôi (con/m ²)				
	30	40	50	60	70
Nitrit (mgN/l)	0,02	0,01	0,06	0,08	0,08
Nitrat (mgN/l)	0,07	0,06	0,15	0,15	0,15
Amoniac (mgN/l)	0,98	0,98	6,36	7,87	6,50
Tổng nitơ (mgN/l)	3,55	4,04	14,9	20,9	17,1
Tổng photpho (mg/l)	0,18	0,25	0,53	0,49	0,32
BOD (mg/l)	10,0	11,4	28,9	33,9	28,8
Chất lơ lửng (mg/l)	92	114	461	797	498
Mật độ tảo (µg/l Chlorophyll a)	70	110	350	460	350

Bảng 12.4. Ô nhiễm đặc trưng của nước nuôi tôm thâm canh

Thông số	Khoảng đo đặc trưng
Độ muối (‰)	10 - 35
Nhiệt độ (°C)	22 - 31
pH	7,5 - 9,0
Photpho tổng (mg/l)	0,05 - 0,40
Nitơ tổng (mgN/l)	0,5 - 5,0
Amoniac (mgN/l)	0,05 - 1,0
Oxy tan (mg/l)	4 - 12
BOD (mgO ₂ /l)	5 - 20
Mật độ tảo (µg/l Chlorophyll a)	20 - 250
Chất rắn lơ lửng (mg/l)	30 - 190

So sánh mức độ ô nhiễm trong nước ngọt và nước lợ cho thấy, hàm lượng chất lơ lửng, tổng nitơ, tổng photpho, mật độ tảo trong nước ngọt nuôi tôm cao hơn so với trong nước lợ nuôi cá.

Trong khi tháo nước ao, nồng độ các chất ô nhiễm ban đầu thấp sau đó tăng lên vào giai đoạn cuối, đặc biệt là hàm lượng chất lơ lửng do cá sợ, quấy mạnh khi thể tích nước nhỏ đi.

12.4. CẢI THIÊN CHẤT LƯỢNG NƯỚC THÔNG QUA QUẢN LÝ AO NUÔI

Có khá nhiều giải pháp quản lý nhằm cải thiện chất lượng nước nuôi, tức là cũng đồng thời quản lý nước thải từ ao nuôi. Những giải pháp đó bao gồm: mật độ nuôi và lượng thức ăn hợp lý, sử dụng thức ăn có chất lượng tốt, cách cho ăn phù hợp, áp dụng đúng kỹ thuật sục khí, tái sử dụng nước, chống dục nước khi tháo cạn ao.

Mật độ nuôi và liều lượng thức ăn

Trong ao nuôi cá da trơn, chất lượng nước nuôi xấu đi nhanh chóng do lượng tảo dư, nồng độ chất dinh dưỡng cao khi lượng thức ăn vượt quá khoảng 100 – 120 kg/(ha.ngày). Mức độ sử dụng thức ăn như trên sẽ làm giảm năng suất nuôi trồng xuống còn 5.000 - 6.000 kg/ha. Để đạt được năng suất nuôi như trên chỉ cần sử dụng mật độ 12.000 - 15.000 con/ha với kích cỡ thương phẩm trong một vụ. Sản lượng cá trong ao tăng dần theo thời gian nuôi, thấp nhất vào lúc thả con giống, cao nhất vào lúc thu hoạch. Vì vậy lượng thức ăn sử dụng trong ngày cũng tăng dần theo thời gian, tức là theo lượng thức ăn sử dụng.

Tuy nhiên, giải pháp mà nhiều nhà nuôi trồng áp dụng là đánh bắt dần theo chu kỳ và thả tiếp giống mới, vì vậy liều lượng thức ăn luôn có thể cao suốt mùa nuôi.

Trong ao nuôi tôm hùm đen (*P. monodon*), chất lượng nước sẽ xấu rất nhanh nếu mật độ nuôi vượt quá 30 – 40 con/m². Tỷ lệ sống sót của loại này khoảng 70% với cỡ 30 g/con. Vậy nếu nuôi với mật độ 30 con/m² thì đạt được sản lượng 6300 kg/ha. Mức độ sử dụng thức ăn là khoảng 2% khối lượng của vật nuôi trong một ngày vào thời điểm gần thu hoạch, tức là khoảng 126 kg/(ha.ngày). Mức độ thức ăn trên cũng gần với lượng nuôi cá da trơn.

Kinh nghiệm cũng chỉ ra rằng, mức độ cho ăn tối đa nằm trong khoảng 100 – 120 kg/(ha.ngày) cho hầu hết các ao nuôi là hợp lý để tránh làm xấu chất lượng nước và đáy ao nuôi.

Chất lượng nước nuôi xấu đi chủ yếu do mức độ sử dụng thức ăn lớn. Mức độ sử dụng thức ăn thì lại phụ thuộc vào sản lượng của vật nuôi, sản lượng thì phụ thuộc vào kích cỡ vật nuôi khi thu hoạch.

Kích cỡ vật nuôi khi thu hoạch có thể điều chỉnh được, qua đó để điều chỉnh lượng thức ăn sao cho không vượt quá mức cho ăn tối đa. Ví dụ 10.000 con cá cỡ 250 g sẽ tiêu thụ một lượng thức ăn ngang với 7150 con cá có kích cỡ 350 g. Chất lượng nước xấu đi vì vậy là do lượng thức ăn đưa vào chứ không phải sản lượng trong ao nuôi. Trong nhiều loại ao, vật nuôi chỉ nên đạt đến một kích cỡ nhất định nào đó thì dễ bán và đạt lợi nhuận cao.

Mức độ sử dụng thức ăn trong các ao nuôi không sục khí thấp hơn nhiều, không nên vượt quá 25 – 30 kg/(ha.ngày) do rất dễ tạo điều kiện thiếu oxy khi sử dụng lượng thức ăn lớn. Để tiết kiệm diện tích nuôi, nước và vốn đầu tư mà muốn tăng sản lượng thì cần phải sục khí cho ao nuôi. Sản xuất không nên tiếp tục tăng khi chất lượng nước và đất trong ao nuôi trở nên nguy hại. Nuôi quá nhiều và cho ăn nhiều sẽ dễ dẫn đến rủi ro và gây ra ô nhiễm. Đối với phần lớn ao nuôi, sản lượng nên điều chỉnh sao cho kích cỡ cá, tôm đạt đến mức độ thị trường chấp nhận được mà lượng thức ăn không vượt quá 100 – 120 kg/(ha.ngày).

Thức ăn và cho ăn

Thức ăn chất lượng cao mang lại lợi ích: vật nuôi lớn nhanh và ít chất thải. Tuy vậy thức ăn chất lượng cao cũng có thể tác động xấu đến chất lượng nước nếu nó dễ bị vỡ khi gặp nước tạo ra các mảnh vụn nhỏ hoặc lẫn nhiều hạt mịn (bột) mà cá không thể ăn được hoặc chứa quá nhiều đạm và photpho. Để giảm bớt ô nhiễm cho môi trường nuôi, thức ăn cần được tạo viên với chất kết dính đủ bền sao cho không bị vỡ vụn trong suốt thời gian cần thiết để được ăn hết. Thức ăn chứa ít bột mịn, lượng đạm và photpho trong thức ăn cần được điều chỉnh đạt mức tối thiểu mà vật nuôi phát triển được ở mức tối ưu. Trong trường hợp có thể được thì bột cá trong thức ăn cần được thay thế tối đa bởi nguồn thức ăn thực vật.

Việc giảm bớt hàm lượng đạm và photpho trong thức ăn trong một khoảng nào đó cũng mang lại lợi ích. Nghiên cứu được thực hiện như sau: Nuôi 1000 kg cá da trơn với ba loại thức ăn có hàm lượng N là 4,48% (28% protein thô), 5,12% (32% protein thô) và 5,76% (36% protein thô), hàm lượng P trong thức ăn tương ứng là 0,8%, 1,0% và 1,2%. Lượng đạm tổng cộng dùng để nuôi 1000 kg cá trong các trường hợp trên là 70,9 kg, 83,7 kg và 96,5 kg, lượng photpho tương ứng là 12,7 kg, 16,7 kg và 20,7 kg. Đánh giá lượng đạm, photpho trong cá và so sánh với lượng đạm, photpho sử dụng trong thức ăn cho thấy hiệu suất sử dụng của cá giảm khi hàm lượng đạm và photpho trong thức ăn tăng (bảng 12.5).

Bảng 12.5. Hiệu quả sử dụng đạm, photpho trong thức ăn có chất lượng khác nhau, 1000 kg cá da trơn tươi.

Hàm lượng trong thức ăn (%)	Tổng lượng sử dụng (kg)	Hiệu quả sử dụng (%)
Đạm		
4,48% (28% protein thô)	70,9	20,9
5,12 (32% protein thô)	83,7	18,3
5,76 (36% protein thô)	96,5	16,2
Photpho		
0,8	12,7	20,4
1,0	16,7	16,3
1,2	20,7	13,6

Một khảo sát khác trong ao nuôi cá da trơn sử dụng cùng một lượng thức ăn nhưng với các loại có hàm lượng photpho khác nhau: 0,60%, 0,68%, 0,75%, 0,81% và 1,03%. Vào giai đoạn cuối vụ nuôi, khi liều lượng thức ăn sử dụng cao nhất, người ta đo nồng độ photpho trong nước và nhận thấy không có sự khác biệt. Tuy vậy lượng photpho trong bùn cao đối với ao sử dụng thức ăn giàu photpho. Phần lớn photpho từ thức ăn nằm ở lớp bùn đáy.

Thức ăn ít đạm hơn cũng sẽ dễ gây ô nhiễm amoniac cho nước ao nuôi.

Sử dụng thức ăn không quá giàu đạm lại nảy sinh vấn đề khác trong thực tiễn sản xuất: do chất lượng nước ít bị ảnh hưởng xấu, người nuôi có thể tăng sản lượng và lượng thức ăn để tăng năng suất nuôi, tức là lại đưa vào ao nhiều đạm, nhiều photpho, kéo theo đó là lại tiếp tục gây hại môi trường nước. Vì thế thức ăn không quá giàu dinh dưỡng chỉ có tác dụng khi mà mức độ sản xuất được duy trì trong một khoảng nào đó.

Không nên sử dụng thức ăn quá mức mà một vật nuôi có thể ăn, giá thành sản xuất tăng và chất lượng nước nuôi giảm khi cho ăn thừa. Hệ số chuyển hoá thấp (tỷ lệ giữa lượng thức ăn sử dụng và sản phẩm tươi thu được) sẽ làm tăng mức độ ô nhiễm môi trường nuôi. Hệ số chuyển hoá thức ăn có liên quan đến chất lượng thức ăn và cách thức cho ăn nhưng cũng bị tác động rất lớn bởi chất lượng nước nuôi trồng. Hệ số chuyển hoá do tăng mức độ sử dụng thức ăn chỉ có được khi môi trường không bị tác động.

Quản lý ao và sục khí

Sử dụng các giải pháp kỹ thuật để cải thiện chất lượng nước nuôi sẽ tăng cường khả năng chống bệnh, tăng tỷ lệ sống và tốc độ phát triển của vật nuôi. Các giải pháp kỹ thuật có thể áp dụng khá lớn nhưng quan trọng nhất là: bảo vệ nguồn nước nuôi và các vùng nước xung quanh không bị ô nhiễm, trung hoà axit trong ao và đất nuôi bằng cách bón đá vôi, phơi đáy ao giữa các vụ nuôi sau khi tháo cạn nước, sục khí để tăng cường lượng oxy hoà tan trong nước, thay nước để loại bỏ bớt tảo và chất dinh dưỡng dư thừa trong ao. Cũng cần phải nhắc lại rằng biện pháp thay nước tuy cải thiện được ao nuôi nhưng lại gây ô nhiễm cho vùng nước nhận, nhất là vùng nước nhận không lớn.

Sục khí là giải pháp quan trọng nhất nhằm cải thiện chất lượng nước nuôi. Sục khí có tác dụng tăng cường oxy cho vật nuôi, chống hiện tượng phân tầng nước do nhiệt độ tức là triệt tiêu vùng yếm khí ở lớp nước sâu do quá trình đảo tầng nước.

Do có nồng độ oxy tan cao, các chất hữu cơ và amoniac trong nước dễ phân hủy. Thực hiện đồng thời các giải pháp sục khí, bón vôi, phơi đáy ao sẽ hạn chế được nhu cầu thay nước, tức là giảm nguy cơ ô nhiễm môi trường xung quanh. Về mặt kinh tế, thực hiện các giải pháp kỹ thuật thật ra là có lợi vì chi phí thấp hơn nhiều so với hiệu quả sản xuất mang lại do chất lượng nước nuôi an toàn.

Sục khí có thể tiến hành vào những thời điểm cần thiết, lúc thiếu oxy như vào sáng sớm, trời không có nắng, vào giai đoạn cá lớn cần nhiều thức ăn, không sục khí vào lúc dư thừa oxy trong nước vào lúc chiều hôm, ngày nắng to, gió mạnh, khi mới nuôi dùng ít thức ăn.

Cũng cần chú ý chống sạt lở bờ ao khi sục khí.

Tái sử dụng nước

Tái sử dụng nước là biện pháp tiết kiệm nước tốt nhất và hạn chế tối đa thể tích nước thải từ ao nuôi. Đánh bắt bằng lưới mà không cần tháo cạn là biện pháp tái sử dụng nước. Có nghiên cứu cho thấy, đánh bắt cá da trơn bằng lưới, nuôi liên tục trong ba năm liền không thay nước vẫn giữ được năng suất nuôi, tuy nhiên, mật độ tảo và amoniac cao hơn vào năm thứ ba so với năm đầu tiên. Ở đông nam nước Mỹ người ta thường nuôi cá da trơn từ 5 - 10 năm không thay nước sau đó mới tháo cạn.

Khi cần phải tháo cạn, nước có thể bơm vào một ao dự trữ bên cạnh rồi sau đó mới sử dụng lại. Trong thời gian lưu giữ chất lượng nước được cải thiện nhờ các quá trình tự làm sạch trong tự nhiên.

12.5. XỬ LÝ NƯỚC THẢI

Nước thải từ ao nuôi có thể xử lý theo nhiều kỹ thuật khác nhau như tưới tiêu, làm môi trường nuôi cho các loại khác, xử lý ngập nước, lọc sinh học, thả bèo... Các giải pháp có hiệu quả trong thực tế là tưới tiêu, hồ lắng và xử lý ngập nước. Các giải pháp kỹ thuật khác cũng có thể có hiệu quả nhưng thường là phức tạp hoặc có giá thành cao.

Xử lý ngập nước

Vùng đất tự nhiên hoặc vùng đất nhân tạo ngập nước được sử dụng để xử lý nước nhằm phân hủy chất hữu cơ và các chất dinh dưỡng. Vùng đất ngập nước có tác dụng như một bộ lọc sinh học đã được sử dụng để xử lý nước thải nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt. Lợi thế của kỹ thuật xử lý ngập nước là: giá thành vận hành thấp, không dùng đến hoá chất, ổn định, cây mọc trên vùng đó phù hợp với điều kiện tự nhiên. Nhược điểm chủ yếu là diện tích sử dụng lớn.

Trong vùng đất ngập nước xảy ra đồng thời nhiều quá trình xử lý chất thải: lắng đọng các chất huyền phù, lọc các chất huyền phù, thực vật hấp thu các chất dinh dưỡng, các quá trình phân hủy vi sinh yếm khí, hiếu khí và thiếu khí, hấp phụ một số thành phần vào đất. Hiệu quả xử lý không những thể hiện ở mùa thực vật phát triển mà cả ở giai đoạn khác do trong đó có đồng thời nhiều quá trình diễn ra. Có nhiều loại thực vật như cây sậy, bèo tây (lục bình) có khả năng vận chuyển oxy từ lá xuống rễ cây làm cho các lớp đất (nước) dưới sâu có oxy, thúc đẩy vi sinh vật hoạt động. Hoạt động của vi sinh vật đóng góp hiệu quả xử lý dinh dưỡng có thể tới 70 - 80%.

Xử lý ngập nước đòi hỏi một thời gian lưu thủy lực nhất định thường từ vài ngày trở lên cho đến nhiều tuần, diện tích sử dụng lớn nên không phải khi nào cũng có thể áp dụng.

Rừng ngập mặn có thể sử dụng để xử lý nước thải của các ao nuôi tôm, sú vẹt hấp thu các chất dinh dưỡng và loại bỏ các chất huyền phù. Theo tính toán, để xử lý nước của 1 ha nuôi tôm cần từ 2 – 20 ha rừng ngập mặn.

Sử dụng rừng sú vẹt để xử lý nước thải tỏ ra có hiệu quả dẫn đến khả năng xây dựng các vùng ngập nhân tạo để xử lý nước bằng cách trồng sú vẹt ở các vùng ven biển, cũng là nhằm mở rộng thêm nguồn rừng ngập mặn.

Hồ lắng

Hồ lắng dễ xây dựng hơn so với xây dựng vùng xử lý ngập nước do không phải trồng cây. Hồ lắng cũng có tác dụng xử lý nhiều chất gây ô nhiễm: photpho, chất gây đục, BOD. Hiệu quả xử lý có thể đạt tới trên 50%. Các chất kể trên trong nước thải liên kết với chất huyền phù, khi các chất huyền phù sa lắng trong hồ sẽ làm giảm hàm lượng của chúng trong nước. Ngoài thời gian lưu thủy lực của hồ lắng (thể tích hồ lắng), diện tích của hồ lắng (mức độ tải bề mặt), cách thức phân bố nước vào và ra cũng ảnh hưởng mạnh đến hiệu quả lắng. Nguyên lý phân bố nước vào và ra khỏi hồ lắng là: phân phối đều cả về bề ngang lẫn bề sâu, không tạo vùng chết, không tạo dòng nước đi tắt.

Tưới tiêu

Trong một số trường hợp, nước ngọt từ hồ nuôi được sử dụng làm nước tưới tiêu, mục đích chính là cấp nước tưới và kèm theo là có thể tận dụng các chất dinh dưỡng trong nước ao nuôi cho cây trồng. Các chất sa lắng và chất hữu cơ cũng được giữ lại trong đồng ruộng và có tác dụng cải tạo đất.

Một trong những thí dụ điển hình của việc sử dụng nước tưới tiêu từ ao nuôi là ở Cauca Valley, Colombia. Nước được dẫn từ ao nuôi cá rô phi, được thay nước hàng ngày với tỷ lệ 25 - 50%, nước ra khỏi ao được sử dụng để tưới cho mía.

Những nơi trồng trọt sát vùng nuôi thủy sản người ta hay sử dụng nước thải từ ao để tưới.

Sử dụng nước thải tưới tiêu cũng chứa đựng một vài điểm không thuận lợi: mùa cần tưới (khô) thì bản thân ao cũng không có nhiều nước nên cần được giữ lại, cho nước chảy qua ao trước khi tưới thì dễ hao hụt nước do bốc hơi, thấm. Nước sau khi tưới có thể thu gom nhưng không thích hợp về mặt chất lượng cho nuôi thủy sản vì dễ bị nhiễm, ví dụ thuốc bảo vệ thực vật.

Tác động môi trường

Nước thải từ ao nuôi có thể gây ô nhiễm môi trường nước nhận như tạo ra nguy cơ phú dưỡng, gây mầm bệnh cho môi trường nước.

Mức độ tác động xấu đến môi trường trước hết phụ thuộc vào tỷ lệ nước của nguồn nhận và nguồn thải: nước thải từ ao nuôi ít so với nguồn nước nhận thì độ pha loãng lớn, quá trình tự làm sạch trong tự nhiên có hiệu quả. Ngược lại thì hiệu quả xử lý đạt thấp, môi trường nước nhận bị ô nhiễm.

Một số nơi sử dụng nước hồ để nuôi, nước thải từ ao nuôi lại đưa ngược về hồ, mật độ nuôi trồng thủy sản cao, lượng nước trong hồ không quá lớn. Kết quả là sau một thời gian chính nước hồ cũng bị ô nhiễm và mang nhiều mầm bệnh cho các ao nuôi trong vùng.

Tại các vùng ven biển, nơi có dòng thủy triều mạnh thì việc pha loãng nước thải rất thuận lợi, ở các vùng nước lặng (vịnh) nguy cơ gây ô nhiễm do nước nuôi cũng có thể xảy ra. Những vùng có đất phù sa bằng phẳng, nước chảy chậm hoặc kênh mương dẫn nước nhỏ, khi thải từ ao nước dễ gây ô nhiễm.

12.6. CHẤT THẢI RẮN

Chất sa lắng

Chất thải rắn thông dụng nhất trong ao nuôi là các chất sa lắng. Ở Châu Á và nhất là ở Trung Quốc người ta sử dụng khá nhiều phân gia súc và phân xanh bón cho ao nuôi. Trong các ao đó, một lượng đáng kể chất hữu cơ không tan tích tụ lại trong ao, ao trở nên nông hơn, người ta phải nạo vét và thường bón cho cây trồng. Chất hữu cơ và dinh dưỡng trong bùn thật ra có giá trị thấp đối với cải tạo đất và cây trồng.

Trong các ao nuôi tôm thâm canh có sục khí thường tạo ra các vùng trũng ở vùng giữa ao. Người nuôi tôm cho rằng bùn lắng trong ao chủ yếu là chất hữu cơ độc hại nên thường tháo cạn và vét bùn.

Cách làm đó khá tốn kém, làm mất độ nghiêng của đáy ao và phải xử lý bùn. Tác dụng của việc vét bùn ao chưa được kiểm chứng.

Để đánh giá tính chất bùn ao nuôi tôm, người ta tiến hành khảo sát ở Thái Lan bằng cách phân tích rất nhiều chỉ tiêu của bốn mẫu bùn lấy từ ao nuôi tôm: mẫu bùn ao chưa nuôi, bùn lắng của ao vừa thu hoạch, bùn ao đã phơi 2 - 3 tháng, bùn ao đã phơi 6 - 18 tháng.

So với đất từ ao mới đào, bùn mới từ ao nuôi có nồng độ của tất cả các chất đều cao hơn. Chất hữu cơ, nitơ, photpho cao là do tồn dư của thức ăn, phân tôm, tảo chết và có thể từ phân bón. Người nuôi tôm thường cho rằng bùn ao nuôi chứa nhiều chất hữu cơ, tuy nhiên kết quả đánh giá cho thấy không phải như vậy, nó chỉ chiếm 1,9%, bùn chứa chủ yếu các chất vô cơ với cấu trúc của đất sét trộn với bùn, tới 57%. Đất sét trong ao nuôi không khác sét trong ao mới.

Bùn phơi bị nước mưa thấm qua nên hàm lượng các tạp chất trong đó giảm mạnh khi so sánh mẫu đã phơi từ 2 - 3 tháng và mẫu bùn mới. Mẫu đã phơi 6 - 18 tháng giống với mẫu đất trong ao chưa nuôi.

Vì bùn trong ao nuôi tôm không giàu chất hữu cơ và không độc đối với vật nuôi nên việc nạo vét bùn thường xuyên là không cần thiết. Nạo vét bùn khá tốn kém và dễ làm hỏng ao, mất diện tích để cất giữ bùn, nước thấm qua làm tăng độ muối của đất.

Cách thức hợp lý hơn cả là gạt bùn lại vào các chỗ trũng trong ao nuôi, nó sẽ đỡ bị cuốn trôi theo dòng nước khi sục khí sau một thời gian xác định do được liên kết lại.

Ở một số nơi, ví dụ ở Ecuador, nước nuôi tôm khá đục, chứa nhiều chất huyền phù. Nếu không lắng để loại bớt trước khi cho nước vào ao thì các chất này tích tụ trong ao. Khi đó cần phải vét bùn theo định kỳ.

Khi phải đổ đông bùn ao nuôi cần chú ý sao cho không gây đục cho nước chảy tràn qua, bảo đảm cảnh quan và hạn chế muối thấm ra từ bùn. Ví dụ biện pháp trồng cỏ lên trên các đồng bùn sẽ ngăn chặn một phần quá trình rửa trôi.

Xác vật nuôi

Dù không muốn và cố tránh nhưng người nuôi trồng đôi khi gặp hoàn cảnh vật nuôi chết hàng loạt do bệnh hoặc sự cố về môi trường nuôi. Nếu nguồn nước nuôi này được tháo ra ngoài sẽ gây bệnh cho vật sống ở nguồn nước nhận hoặc cho các ao nuôi xung quanh. Ao nuôi bị bệnh cần phải được cô lập, không được thải nước ra ngoài khi chưa chứng minh được tính an toàn. Có thể xử lý nước ao nuôi với canxi hypochlorit, $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ với liều lượng 30 mg/l để diệt vi khuẩn gây bệnh và vật truyền nhiễm.

Xác chết cần được thu gom và xử lý hợp vệ sinh. Phương pháp thông dụng là đào hố chôn, rắc lớp vôi sống (CaO) lên trên và lấp đất. Với các vùng nuôi lớn, một lượng nhỏ vật nuôi chết hàng ngày phải xử lý thì nên chôn hoặc ủ làm phân bón.

12.7. KINH NGHIỆM QUẢN LÝ TRONG THỰC TẾ

Nuôi trồng thủy sản là một ngành kinh tế rộng có nhiều đối tượng tham gia. Việc quy định các tiêu chuẩn thải chi tiết tất nhiên là rất cần thiết nhưng rất khó khả thi khi áp dụng, đặc biệt đối với các hộ nuôi nhỏ hoặc những vùng nuôi lớn. Vì vậy cần phải đưa ra được các giải pháp quản lý có tính tổng thể để thực hiện đối với mọi đối tượng tham gia nuôi trồng và phải có tính khả thi, dễ kiểm soát.

Các quy định cụ thể có thể là khuyến cáo, có thể là bắt buộc đối với người nuôi thủy sản và phải rất cụ thể. Ví dụ quy định về nước thải và bùn thải như sau:

- Hạn chế mức độ thay nước, chỉ cho phép đến một tỷ lệ nào đó phụ thuộc vào điều kiện cụ thể.
- Thay nước hoặc tháo cạn nước bắt buộc phải qua hồ lắng với thời gian lưu ít nhất là 6 giờ.

- Ngăn chặn tháo nước lợ vào nguồn nước ngọt hoặc vùng đất canh tác.
- Bùn thải từ ao nuôi có thể dùng để bón cây, đổ đồng tại nơi quy định, hoặc được cô lập và không thải ra các chất vào nguồn nước công cộng.

Những quy định sau đây là nhằm cải thiện điều kiện môi trường nuôi và chất lượng nước thải, các nhà sản xuất được khuyến khích thực hiện:

- Sử dụng thức ăn chất lượng cao nhưng không dư thừa đạm và photpho.
- Không cho ăn thừa mức cá có thể ăn.
- Không nuôi quá mật độ để phải cho ăn quá 100 – 120 kg/(ha.ngày)
- Tránh sử dụng một số hoá chất bị cấm.
- Khi tháo cạn ao nuôi, 20% lượng nước sau cùng phải tháo chậm để nước ít bị đục.
- Không vét bùn ở chỗ trũng của ao mà rải đều nó ra khắp diện tích đáy ao nơi nó bị bào mòn.
- Lưu giữ nước trước khi tháo vào ao nuôi.
- Thả giống khoẻ, sạch bệnh.
- Khi vật nuôi bị chết cần tẩy trùng cho ao, thu nhặt xác chết và chôn lấp hợp vệ sinh.
- Hạn chế sói lở bờ do sục khí, đặt máy sục khí xa bờ ít nhất là 4 m.

Bộ thủy sản Thái Lan quy định đối với người nuôi tôm:

- Người nuôi tôm phải đăng ký với chi nhánh thủy sản cấp huyện.
- Người nuôi tôm có diện tích trên 8 ha phải có hệ thống xử lý nước thải (hồ lắng), hồ lắng có diện tích bằng 10% diện tích nuôi.

- BOD của nước thải từ ao nuôi có BOD không quá 10 mg/l.
- Không được thải nước mặn, lợ vào nguồn nước ngọt và vào vùng đất canh tác.
- Bùn, cặn từ ao nuôi phải được cô lập, không được bơm vào diện tích công cộng hay vào mương máng.

Quy định nêu trên của Bộ thủy sản Thái Lan nhằm mục đích cải thiện chất lượng thải. Hồ lắng sẽ giữ lại phần lớn các chất gây đục, nước qua lắng thải ra ngoài sẽ giảm bớt độ đục, BOD, photpho. Cô lập bùn thải sẽ bớt gây ô nhiễm cho nguồn nước và đất trồng trọt. Không thải nước mặn vào nguồn nước ngọt để tránh làm mặn nước, chết thực vật. Tuy vậy chỉ tiêu BOD không vượt quá 10 mg/l là không cần thiết. BOD trong ao nuôi, kể cả sau hồ lắng thường nằm trong khoảng 10 – 30 mg/l, rất ít khi nhỏ hơn 10 mg/l, khi pha loãng với nguồn nước nhận BOD giảm đi nhiều. Mặt khác BOD trong nước nuôi tồn tại một phần ở dạng tảo sống, nó không có hại. Vì vậy ở rất nhiều quốc gia khác cho phép BOD thải nằm trong khoảng 60 – 90 mg/l.

Qua ví dụ trên cho thấy tính cần thiết của những quy định, khuyến cáo hợp lý để có thể áp dụng trong thực tiễn sản xuất.

Bài 13

PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG VÀ MÔI TRƯỜNG

- *Phát triển bền vững là nhu cầu cấp thiết của mọi ngành kinh tế và xã hội, ngành nuôi trồng thủy sản cũng cần nhu cầu phát triển bền vững. Hoạch định và quản lý tốt là biện pháp hiệu quả nhất để phát triển bền vững.*
- *Nội dung quản lý gồm: chọn vị trí nuôi liên quan đến các vùng sinh thái ngập nước, rừng ngập mặn, ô nhiễm nguồn nước, đa dạng sinh học, bệnh tật của vật nuôi, sử dụng nguồn lợi, mặn hoá nguồn nước ngọt, sử dụng hoá chất, an toàn thực phẩm.*
- *Nuôi thủy sản trong các vùng nước ngập và rừng ngập mặn đạt kết quả không cao.*
- *Mật độ ao nuôi lớn dễ gây ô nhiễm nguồn nước.*
- *Không nhập các vật nuôi lạ từ nơi khác đến khi chưa chứng minh được tính an toàn về đa dạng sinh học của vùng sẽ nuôi chúng. Cần phải có pháp lệnh về nhập khẩu con giống từ nước ngoài. Giống sản xuất nhân tạo là biện pháp tối ưu.*
- *Tiết kiệm nước, diện tích đất đai trong nuôi trồng thủy sản để giảm bớt sự cạnh tranh các yếu tố trên với các ngành kinh tế khác. Sử dụng hợp lý nguồn thức ăn tổng hợp và năng lượng cũng là giải pháp phát triển bền vững.*
- *Vùng nuôi tôm dễ bị mặn hoá do nước và bùn từ ao nuôi nên cần có các giải pháp quản lý thích hợp.*
- *An toàn thực phẩm là vấn đề có tầm quan trọng đặc biệt trong bảo vệ sức khỏe cộng đồng. Các tiêu chuẩn đặt ra của các tổ chức quốc tế hay quốc gia nhằm kiểm soát tính an toàn thực phẩm cho người tiêu dùng cần được hết sức tôn trọng không*

những về phương diện sức khỏe mà còn vì lợi ích kinh tế của chính người sản xuất.

- Vật liệu sử dụng trong nuôi trồng thủy sản : Phân bón các loại, vật liệu trung hoà axit, các chất oxy hoá, chất keo tụ, chất diệt tảo, diệt côn trùng. Cần có tiêu chuẩn chất lượng và quy định sử dụng cụ thể các vật liệu trên.*
- Phát triển bền vững, ổn định trong nuôi trồng thủy sản hoàn toàn có tính khả thi tuy có một số khó khăn nhất định trong nghề nuôi tôm khi áp dụng các giải pháp quản lý hợp lý.*
- Đánh giá tác động môi trường là một nội dung quan trọng trong việc lập kế hoạch nuôi trồng thủy sản. Nội dung đánh giá tác động môi trường bao gồm chi tiết về thiết kế, kỹ thuật xây dựng, vận hành, quản lý, mục tiêu. Nó đặc biệt cần thiết và quan trọng khi xây dựng vùng nuôi mới.*
- Quan trắc môi trường nuôi giúp ích cho người nuôi nhằm thu lợi nhuận cao thông qua các giải pháp phòng ngừa hay khắc phục hậu quả.*

Khái niệm phát triển bền vững được sử dụng rộng rãi trong mọi lĩnh vực hoạt động của con người: kinh tế, văn hóa, xã hội, sản xuất công, nông nghiệp, sinh thái. Trong nuôi trồng thủy sản, phát triển bền vững được hiểu là việc sử dụng hợp lý nguồn đất, nước, năng lượng, thức ăn, tác động tới kinh tế xã hội, môi trường. Có một quan điểm về sử dụng tối thiểu yếu tố đầu vào cho sản xuất là không có tính thực tế trong ngành kinh tế thủy sản vì mang lại ít lợi nhuận. Phát triển bền vững trong ngành kinh tế thủy sản còn bao gồm cả việc sử dụng hợp lý, khôn khéo các nguồn lợi, thân thiện môi trường, tránh những tác động xấu về mặt xã hội.

Ngành nuôi trồng thủy sản phát triển rất nhanh vào nửa cuối thế kỷ 20 do nhu cầu tăng về sản phẩm và do suy giảm sản lượng đánh bắt từ tự nhiên. Để đáp ứng nhu cầu, ngành nuôi trồng vì vậy được phát triển mạnh. Kể từ năm 1948 ngành nuôi trồng phát triển

khá ổn định với mức tăng trưởng 8 - 14%/năm, hiện tại sản xuất khoảng 20 triệu tấn sản phẩm, chiếm khoảng 18% tổng sản lượng của sản phẩm thủy sản.

Ngành nuôi tôm phát triển đặc biệt nhanh trong thời gian gần đây chiếm khoảng 30% tổng sản lượng tôm. Khả năng phát triển tiếp tục của ngành nuôi tôm nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng còn là một câu hỏi.

Những điều trình bày trên cho thấy cơ hội phát triển của ngành nuôi trồng thủy sản là tốt trên cơ sở thị trường mở rộng. Tuy vậy vấn đề môi trường và một số vấn đề xã hội liên quan đến sẽ tác động lên ngành kinh tế này. Những vấn đề chính có liên quan đến nuôi trồng thủy sản là việc mở rộng diện tích nuôi tôm vùng ven biển và các vùng khác. Phần tiếp trình bày một số vấn đề về phát triển bền vững liên quan đến nuôi trồng thủy sản cùng một số giải pháp hành động.

13.1. NHỮNG VẤN ĐỀ VỀ MÔI TRƯỜNG

Nuôi trồng thủy sản nói chung và nuôi tôm nói riêng thường bị quy trách nhiệm gây tác động xấu đến môi trường và xã hội như: phá hủy các vùng ngập nước, rừng ngập mặn, chuyển đất canh tác sang ao nuôi, ô nhiễm nước, làm giảm tính đa dạng sinh học, mặn hoá nguồn nước ngọt, sinh ra nhiều chất thải, đẩy người nghèo ra khỏi vùng đất ven biển, hạn chế cơ hội kiếm sống của những người đánh cá lành nghề. Đánh giá chính thức trên của một nhóm thuộc tổ chức phi chính phủ trình Ủy ban phát triển bền vững của Liên hợp quốc (1996).

Tác động bất lợi đến môi trường sinh thái của ngành nuôi thủy sản là một thực tế, nhưng những tác động này không hoàn toàn là vấn đề tự nhiên nó mà do việc hoạch định không hợp lý, quản lý chưa tốt của người nuôi và chính quyền. Nếu được thực hiện hợp lý thì tác động của ngành nuôi trồng thủy sản lên môi trường chỉ ở mức rất vừa phải. Những vấn đề nêu ra sau đây, nếu giải quyết được một cách hợp lý sẽ giảm bớt được những tác động tiêu cực tới môi trường.

Vị trí ao nuôi

Chọn vị trí ao nuôi không hợp lý sẽ dẫn tới các vấn đề liên quan đến đất và nước trong khi nuôi, gây ra bất đồng giữa người nuôi và dân địa phương. Ví dụ chọn vị trí nuôi không thích hợp khi giàu chất hữu cơ trong đất, đất chứa nhiều cát, đất chứa nhiều axit sunfuric, nước nuôi bị ô nhiễm, nước có độ mặn thấp về mùa mưa, quá cao về mùa khô, dễ úng ngập, dễ bị nhiễm nước thải từ ao bên cạnh, tập trung quá nhiều ao và hộ nuôi, nằm trong vùng sinh thái nhạy cảm.

Vì vậy trước khi chọn vị trí ao nuôi cần khảo sát kỹ về địa hình, thủy văn của khu vực, đặc trưng đất, chất lượng nước cấp cho nuôi, khả năng gây ô nhiễm cho nguồn nước xung quanh. Trên cơ sở số liệu khảo sát đó mới nên chọn vị trí ao nuôi. Có thể tiến hành điều tra về mật độ và quy mô của các ao nuôi khác ở trong vùng nhằm thu nhận các thông tin về dân cư trong vùng và hoạt động của họ, những vấn đề có thể nảy sinh bất đồng với cư dân địa phương và những nguồn gây ô nhiễm ngoại lai trong vùng.

Chỉ nên bắt đầu xây dựng ao nuôi khi có đầy đủ thông tin và cân nhắc kỹ càng.

Vùng ngập nước ngọt

Do giá trị sinh thái của các vùng ngập nước ngọt, rất nhiều quốc gia có chính sách hạn chế nuôi thủy sản trong vùng đó. Thật ra vùng ngập nước cũng rất ít thích hợp cho nuôi thủy sản nước ngọt vì rất khó tháo nước, làm khô một diện tích đủ để xây dựng một ao nuôi hợp lý. Nước từ ngoài dễ thấm vào ao nuôi gây khó khăn cho việc phơi ao.

Đất ở vùng ngập nước thường chứa nhiều chất hữu cơ, do vậy bờ ao dễ bị xói lở và ảnh hưởng xấu đến chất lượng nước. Một số vùng có thể thích hợp cho nuôi trồng thủy sản và cần được cho phép của chính quyền.

Xung quanh vấn đề rừng ngập mặn

Ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới, vùng đất ven biển thường được che phủ bởi thảm thực vật dày của cây sú vẹt. Ao tôm thường được nuôi ở ven biển và bị buộc tội là phá hoại rừng ngập mặn. Rất khó đánh giá tác hại của việc mất rừng sú vẹt nhưng được cho là có tác hại đến môi trường sinh thái ven biển. Cây sú vẹt đóng vai trò trong chu trình dinh dưỡng, lá cây là nguồn chất hữu cơ của hệ sinh thái, rừng còn là môi trường sinh sống, trú ngụ của nhiều loại thủy động vật như cá, nhuyễn thể, lươn, động vật thân mềm. Mất rừng ngập mặn sẽ làm giảm nguồn lợi trên. Rừng ngập mặn còn đóng vai trò rừng phòng hộ: chắn gió, sóng, che chắn xói mòn đất đai.

Rừng ngập mặn cung cấp gỗ, chất đốt, gỗ xây dựng, nguyên liệu cho bột giấy, nguồn tanin, chất màu cho công nghệ thuộc da, gỗ dăm. Rừng ngập mặn đôi khi cũng được phá bỏ để làm ruộng muối, ao nuôi thủy sản hoặc cho các mục đích công nghiệp hay dân sinh khác.

Nuôi tôm cũng chỉ là một trong những hoạt động dẫn đến phá rừng ngập mặn dễ nhận thấy. Theo Viện tài nguyên thế giới (1994) thì rừng ngập mặn bị mất ở Châu Phi là 58%, ở Châu Á là 56,2%. Nghề nuôi tôm ở châu Phi không phát triển mà tập trung chủ yếu là ở Châu Á. Nếu thủ phạm chính gây ra mất rừng ngập mặn là do nuôi tôm thì tốc độ mất rừng ở Châu Á phải cao hơn ở Châu Phi. Thật ra việc mất nhiều rừng ngập mặn xảy ra trước khi nghề nuôi tôm bùng nổ. Số liệu được công bố vào năm 1992 như sau: Diện tích nuôi tôm có nguồn gốc rừng ngập mặn ở Thái Lan chiếm 13,7%, ở Indonesia chiếm 5% trên tổng diện tích rừng là 4 triệu ha, ở Ecuador chiếm 13 - 14%. Nhìn chung mức độ chuyển đổi rừng ngập mặn sang nuôi tôm trên thế giới ít hơn 6% diện tích rừng ngập mặn. Những số liệu trên cho thấy nguyên nhân mất rừng ngập mặn, thủ phạm chính không phải là nghề nuôi tôm. Đất trong rừng sú vẹt có độ axit cao, chứa nhiều chất hữu cơ. Thay nước ao nuôi trong rừng ngập mặn nhờ thủy triều rất khó triệt để vì vậy khi thay nước dễ bị nhiễm nước bẩn của các ao nuôi xung quanh. Các loài động vật khác như cua hay một số

loài nào đó có thể đưa bệnh vào ao tôm khi chúng xâm nhập ao. Hiện tại người ta ít nuôi tôm trong các vùng rừng ngập mặn mà chỉ sử dụng một phần nhỏ diện tích để xây dựng kênh dẫn và tiêu nước.

Một lý do quan trọng khác nữa của việc giảm phá rừng sú vẹt là khả năng xử lý nước thải từ các ao nuôi. Nước thải từ ao nuôi có thể thải trực tiếp vào rừng ngập mặn để xử lý. Xử lý nước thải trong rừng ngập mặn có lợi cho cây cối phát triển, thúc đẩy nguồn hải sản tự nhiên phát triển, giảm ô nhiễm môi trường, cấp nước có chất lượng cao cho ao nuôi. Vì những lý do đó các nhà nuôi tôm nên được khuyến khích tham gia hoạt động trồng rừng ngập mặn để xử lý nước thải.

Tôm lại hoạt động nuôi tôm có tác động xấu đến rừng ngập mặn do chuyển đổi diện tích sử dụng, tuy vậy tác động xấu của nó không lớn so với các hoạt động phá rừng khác. Các nhà nuôi tôm nhận biết rằng, rừng ngập mặn không phải là nơi thích hợp để nuôi tôm.

Sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên rừng ngập mặn luôn là điều mong muốn và việc chặt phá rừng hàng loạt là không được phép.

Ô nhiễm nguồn nước

Nguồn nước thải từ ao nuôi có khả năng gây ô nhiễm cho vùng nước xung quanh bởi các chất gây đục, chất hữu cơ và dinh dưỡng. Có thể áp dụng nhiều giải pháp kỹ thuật để làm giảm bớt mức độ ô nhiễm.

Trong vùng có mật độ ao nuôi lớn, khả năng ô nhiễm rất có thể xảy ra. Trong các vùng bắt đầu nuôi nên có quy định bắt buộc về mật độ ao nuôi nhằm hạn chế ô nhiễm môi trường.

Đa dạng sinh học và bệnh tật

Khi đưa vào nuôi một vật lạ không xuất xứ từ địa phương sẽ dễ gây ra tác hại đến đa dạng sinh học của vùng đó. Ví dụ việc nuôi cá rô phi ở một số nước nhiệt đới và cận nhiệt đới từ nơi khác đến. Rất nhiều trường hợp, cá thoát khỏi ao nuôi ra ngoài tự nhiên và nhân

giống nhanh trong tự nhiên. Có nhiều bằng chứng cho thấy chúng sinh sôi rất nhanh và phát triển trên cơ sở loài khác phải trả giá.

Nhập khẩu cá bố mẹ, cá giống, cá con dễ mang theo mầm bệnh. Rất nhiều trường hợp bệnh của tôm trong các ao nuôi có nguồn gốc từ sự du nhập giống. Bệnh tật cũng có thể lan truyền từ các phương tiện sản xuất thủy sản cho các chủng loại thủy sản địa phương. Có thể xảy ra trường hợp đột biến gen qua du nhập các gen mới lạ từ vùng khác đến.

Nhập khẩu phải trở thành pháp lệnh, hoàn toàn có thể từ chối cho phép nhập khẩu các giống lạ với địa phương khi chưa có bằng chứng về sự an toàn khi có mặt các vật lạ. Đôi khi cần phải diệt tính lai tạo giống của vật nuôi nhằm giảm thiểu nguy cơ sinh sản của chúng khi chúng sống ra ngoài nước tự nhiên. Khi tháo nước cần có biện pháp phòng ngừa chúng thoát ra khỏi ao nuôi. Vật nuôi nhập khẩu cần được khám nghiệm kỹ về các loại bệnh. Sử dụng giống từ nguồn thiên nhiên có thể làm giảm nguồn tự nhiên, giảm tính đa dạng sinh học và gây khó khăn cho nghề đánh bắt từ tự nhiên. Trong nuôi trồng thủy sản, giống nuôi ít khi được lấy từ tự nhiên. Giống sau khi được thuần chủng và được sản xuất nhân tạo là phương thức sản xuất có hiệu quả. Giống sản xuất nhân tạo an toàn về mặt bệnh tật và có thể cải tạo theo một số đặc tính có lợi.

Sử dụng nguồn lợi

Ngành nuôi thủy sản sử dụng rất nhiều nước, trong một số trường hợp nó cạnh tranh với các ngành khác có sử dụng nước. Ở Đài Loan người ta sử dụng nước ngầm pha với nước biển để đạt được nước có độ mặn 15‰ (pha loãng khoảng 2,3 : 1,0). Một lượng nước ngầm rất lớn được sử dụng để gây sụt lún đất nên thường phải tránh. Trong trường hợp có thể được cần tái sử dụng nước, hạn chế thay nước, thu hoạch theo kiểu không tháo cạn.

Không nên sử dụng diện tích đất đai có giá trị cao vào việc nuôi trồng thủy sản.

Nuôi thủy sản chủ yếu dựa trên nguồn thức ăn nhân tạo. Thức ăn được sản xuất từ các nguồn động, thực vật, các phụ liệu khác, nguyên liệu này cũng chính là loại sử dụng để chế tạo thức ăn cho các loài vật nuôi khác như thức ăn gia súc. Thức ăn nuôi thủy sản thường đưa lại lợi ích cao hơn so với cho các loại vật nuôi khác và không nên xem là loại được tận dụng. Do nghề đánh bắt cá không thể tăng hơn được nên bột cá để sản xuất thức ăn sẽ bị hạn chế trong tương lai. Việc thay thế bột cá trong thành phần thức ăn tổng hợp vì vậy sẽ được ưu tiên.

Năng lượng sử dụng trong nuôi trồng dùng để bơm nước, sục khí không lớn, tuy nhiên việc tiết kiệm năng lượng cũng cần phải nghĩ đến.

Cơ bản tồn tại hai loại hình nuôi trồng thủy sản: sản xuất ra hàng hóa cao cấp đối với thị trường quốc tế và nội địa có chọn lọc như tôm biển, cá hồi, cá da trơn, sản phẩm cá có giá thành thấp phục vụ số đông người tiêu dùng. Thức ăn nhân tạo thường được sử dụng để sản xuất loại thực phẩm cao cấp, sục khí và các giải pháp kỹ thuật quản lý chất lượng nước được áp dụng trong các hệ thống nuôi trồng thủy sản loại này. Sản phẩm giá rẻ, đại trà đối với số đông người tiêu dùng thường được nuôi bằng tảo, thức ăn tự nhiên với năng suất cao trong ao bón phân hoá học hay phân hữu cơ mà không cần tới sục khí hoặc các giải pháp kỹ thuật tốn kém. Sản xuất hai loại sản phẩm trên không cạnh tranh lẫn nhau trừ nguồn nước và diện tích nuôi trồng. Sản phẩm cao cấp tiếp tục phát triển do có nhu cầu nhưng sản phẩm giá rẻ cũng vẫn có cơ hội phát triển do nhu cầu protein của số đông ở nhiều nước cũng rất lớn.

Nuôi trồng thủy sản cạnh tranh với sản xuất nông nghiệp truyền thống về phương diện nguồn nước, diện tích đất đai, phân bón, thức ăn và một số nguồn tài nguyên khác. Sản phẩm của cả hai ngành sản xuất đều là thiết yếu đối với cuộc sống, chúng đều được phát triển tuy lợi nhuận mang lại của từng nghề là khác nhau.

Mặn hoá nguồn nước ngọt

Vấn đề mặn hoá nguồn nước ngọt chỉ xuất hiện ở vùng ven biển, trước hết do nuôi tôm. Ao nuôi trên nền đất cát, xốp dễ làm nước mặn thấm vào nguồn nước ngầm. Một số nơi đã xảy ra hiện tượng mặn hoá nguồn nước ngầm sử dụng cho sinh hoạt ở Ấn Độ và Bangladesh. Có thể ngăn ngừa hiện tượng nhiễm mặn trên bằng cách chọn nền đất thích hợp hoặc phủ lớp đất sét vào đáy ao nuôi. Một số ao nuôi tôm được đặt ở sâu trong đất liền bên trong đê chắn sóng, để dẫn nước vào ao họ xây dựng các đường ống dẫn nước mặn vào ao nuôi nhưng lại không chú ý tới ống dẫn thoát nước. Do bị đê chắn không thoát được nước mặn nên nước ngọt và đất đai xung quanh ao nuôi trở nên bị nhiễm mặn. Hiện tại chính phủ Thái Lan đã cấm đổ thải nước mặn ra vùng xung quanh, đó là một quyết định hợp lý.

Các nhà nuôi trồng thủy sản hay nạo vét bùn ao, chất đóng lên ở vùng xung quanh. Muối tiết ra từ bùn làm mặn đất đai trồng trọt. Thật ra việc nạo vét bùn ít tác dụng nhưng nếu phải thực hiện thì cần xử lý sao cho ít gây ảnh hưởng đến nguồn đất và nước do nhiễm mặn. Ví dụ ở Úc, bùn nạo vét từ ao tôm phải được đổ vào vùng cô lập riêng, nước thấm ra từ bùn không được phép chảy tràn ra xung quanh.

Hoá chất

Nguyên liệu thông dụng nhất trong nuôi trồng thủy sản là phân bón, bột đá vôi và thức ăn tổng hợp. Nguyên liệu kể trên không độc đối với môi trường. Hoá chất rất ít được sử dụng trong nuôi trồng thủy sản trừ trường hợp rất cần thiết, ở Mỹ chỉ cho phép sử dụng các hoá chất chính thức cho phép của cơ quan quản lý dược và thực phẩm. Ở Châu Á có thói quen sử dụng zeolit để loại bỏ amoniac trong nước, thật ra nó có tác dụng không đáng kể nhưng nó không gây độc. Khử trùng cho nước nuôi và đáy ao bằng clo cũng không gây hại cho môi trường.

Rất nhiều người nuôi tôm ở Châu Á hay sử dụng các hoá chất diệt khuẩn, chế phẩm enzym và các sản phẩm khác. Ích lợi của sản phẩm trên chưa được xác nhận. Những sản phẩm trên rất ít được sử dụng ngoài Châu Á và ngày càng ít người sử dụng.

13.2. AN TOÀN THỰC PHẨM

An toàn thực phẩm trở nên vấn đề quan trọng trong bảo vệ sức khoẻ của cộng đồng. Có rất nhiều cố gắng được tiến hành nhằm đảm bảo an toàn cho sản phẩm thủy sản. Tiêu chuẩn HACCP (Hazard Analysis at Critical Control Point) được áp dụng ở Mỹ và một số nước khác. Rất nhiều nước khác cũng áp dụng các tiêu chuẩn đánh giá tương tự. Phương pháp Codex Alimentarius của FAO và WHO được đề xuất để kiểm tra vệ sinh thực phẩm. Thái Lan cũng có những quy định, hướng dẫn kiểm tra vệ sinh và an toàn sản phẩm thủy sản.

Khá nhiều hoá chất được sử dụng cho nuôi trồng thủy sản cũng như một số độc tố từ tự nhiên có thể tích lũy trong cơ thể vật nuôi gây độc cho người sử dụng vì thế cần có danh mục hoá chất được phép sử dụng và hướng dẫn cần thiết để sử dụng được an toàn. Sau đây là một số loại vật liệu cần quan tâm.

Phân bón

Phân bón được sử dụng để thúc đẩy tăng trưởng phát triển. Phân bón gồm phân đạm, phân lân là chính, ngoài ra còn có phân kali, phân vi lượng, silicat cũng có thể là thành phần trong phân. Thành phần dinh dưỡng trong phân có độ tan cao trong nước vì thế làm tăng nồng độ của nó trong nước. Thành phần dinh dưỡng được thực vật hấp thu nhưng hiệu suất sử dụng của thực vật không quá 25% của lượng bón. Các chất dinh dưỡng từ phân bón sau khi chuyển hoá trong cơ thể thực vật nằm ở dạng protein, canxi photphat trong xương, các khoáng chất, vitamin. Phần dinh dưỡng bị hao phí nằm ở dạng khác như chất hữu cơ dạng chết, nằm ở dạng bùn sa lắng, trôi theo nước ra ngoài, biến thành các chất bay vào không khí.

Phân thông dụng gồm: ure (H_2NCONH_2), amoni sunfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), amoni nitrat (NH_4NO_3), natri nitrat (NaNO_3), kali nitrat (KNO_3), supe photphat ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), monoamoni photphat ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), diamoni photphat ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), axit photphoric (H_3PO_4), kali clorua (KCl), natri silicat (Na_2SiO_3). Phân vi lượng thường chứa các loại muối sắt, kẽm, đồng, bor, molipden. Phân bón có thể dùng riêng biệt hoặc hỗn hợp. Hiện nay chưa thấy bằng chứng gây độc do phân bón.

Vật liệu trung hoà

Vật liệu trung hoà được sử dụng để trung hoà axit và làm tăng độ kiềm của nước. Canxi và magie từ vật liệu được chuyển hoá thành các thành phần trong các cơ thể sống, một phần tồn tại ở dạng sa lắng hoặc tan trong nước. Thành phần anion của vật liệu (CO_3^{2-}) hoặc là được trung hoà bởi các ion H^+ (axit) hoặc phản ứng với CO_2 để tạo ra độ kiềm của nước. Vật liệu trung hoà gồm: bột đá vôi (CaCO_3), bột dolomit ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), vôi nung (CaO), dolomit nung ($\text{CaO} \cdot \text{MgO}$), vôi tôi ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), dolomit tôi ($\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2$). Các loại vật liệu trên không có tính độc.

Chất oxy hoá

Chất oxy hoá được sử dụng để kiểm soát tảo, diệt khuẩn gây bệnh, xử lý đáy ao nuôi. Các chất này phản ứng với các chất vô cơ có tính khử và các chất hữu cơ chuyển về dạng trơ. Hiện chưa có bằng chứng về sự tích lũy của chúng trong sản phẩm. Danh mục các chất oxy hoá thường sử dụng bao gồm: thuốc tím (KMnO_4), hydro peroxit (H_2O_2 , oxy già), canxi peroxit (CaO_2), canxi hypochlorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$), natri nitrat (NaNO_3). Các chất này không độc. Tuy nhiên khi sử dụng các hợp chất chứa clo hoạt động như $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ để sinh ra hợp chất cơ - clo trong nước, hợp chất có tiềm năng gây ung thư.

Chất keo tụ

Chất keo tụ được sử dụng để làm trong nước. Thạch cao (CaSO_4) khi được sử dụng sẽ làm tăng độ cứng và sunfat của nước và không

gây hại. Phèn nhôm, PAC (poly nhôm clorua), muối sắt là các chất keo tụ khi vào nước trong khoảng pH nhất định ($\text{pH} = 6 - 8,5$) sẽ chuyển hoá thành dạng không tan và không gây độc đối với vật nuôi. Chất keo tụ thông dụng gồm phèn nhôm, PAC, sắt (III) clorua (FeCl_3) và thạch cao. Chất keo tụ không gây độc.

Chất diệt tảo, diệt cỏ

Hợp chất của đồng được sử dụng để kiểm soát tảo nhằm hạn chế mật độ tảo trong ao hoặc để tránh gây hương vị khó chịu do sự có mặt của một số loại tảo lam. Trong nước, đồng dễ bị lắng xuống bùn dưới dạng đồng hydroxit kết tủa. Cơ thể động thực vật hấp thu một lượng đồng nhất định, nhưng nồng độ đồng trong tế bào do hấp thu không lớn hơn nồng độ thường có trong cơ thể chúng. Phức chất đồng thường sử dụng là loại phức chất có phối tử là axit citric hay triethanol amin, hợp chất phức dễ bị phân hủy trong nước và không tích lũy trong tế bào động, thực vật. Chất gây màu để hạn chế thực vật phát triển thường là các loại màu thực phẩm không độc và cũng không tích lũy trong cơ thể sống.

Các chất diệt cỏ được cho phép sử dụng là những chất có khả năng phân hủy nhanh, khi dùng đúng liều lượng quy định sẽ không gây độc.

Chất diệt côn trùng, kim loại nặng

Một số nơi trên thế giới thỉnh thoảng sử dụng thuốc diệt côn trùng để loại bỏ các loại sinh vật không cần thiết trước khi nuôi con giống. Nhiều loại trong số này có khả năng tích lũy trong cơ thể sống và ảnh hưởng tới chất lượng sản phẩm. Nhiều loại bị cấm dùng ở một số quốc gia.

Kim loại nặng có hại cho vật nuôi gồm: chì, thủy ngân, bari, asen, cadmi, selen. Những nguyên tố này tồn tại trong tự nhiên với nồng độ thấp trừ trường hợp do ô nhiễm.

Tóm tắt

Phần lớn hoá chất sử dụng trong nuôi trồng thủy sản ít độc, có độ an toàn cao về mặt thực phẩm. Tuy nhiên một số hoá chất diệt côn trùng, diệt khuẩn có khả năng tích lũy trong cơ thể vật nuôi và gây độc thực phẩm. Tuy không gây độc thực phẩm nhưng một số loại hoá chất có thể gây độc đối với người sản xuất và gây ô nhiễm môi trường.

Mỗi quốc gia đều quy định chặt chẽ các hoá chất được phép sử dụng trong nuôi trồng thủy sản. Ví dụ Cơ quan kiểm định dược và thực phẩm (FDA) phối hợp với Cục bảo vệ môi trường Liên bang Mỹ (EPA) quy định danh mục hoá chất được sử dụng trong nuôi trồng thủy sản được ghi lại trong bảng 13.1, 13.2.

Bảng 13.1. Dược phẩm sử dụng cho ao nuôi thủy sản theo quy định của Cơ quan kiểm định dược và thực phẩm Mỹ.

Hoạt chất	Đối tượng chữa trị	Tác dụng
Tricain methanesulfonate	Cá, cá hồi, cá vược	Gây mê
Formalin	Rô biển, cá hồi, da trơn, cá vược miệng rộng, mang xanh Trứng cá hồi, rô biển và cá mòi Tôm penaeid	Kiểm soát động vật nguyên sinh ngoại lai, sản lá loại sinh sản đơn tính. Kiểm soát nấm hoại sinh Kiểm soát ký sinh trùng nguyên sinh
Sulfadimethoxine và ormetoprim	Cá da trơn Cá hồi	Kiểm soát trùng đường ruột Kiểm soát bệnh viêm tấy (furunculosis)
Sulfamerazine	Cá hồi suối, hồi nâu	Kiểm soát bệnh viêm tấy
Oxytetracycline	Cá da trơn Tôm hùm Cá hồi	Kiểm soát viêm xuất huyết do vi khuẩn và bệnh do trùng roi giả Kiểm soát viêm loét, nhiễm trùng đường ruột xuất huyết.

Bảng 13.2. Danh mục hoá chất diệt tảo, diệt cỏ dại trong ao nuôi
theo quy định của Cục môi trường Mỹ.

Hợp chất phức đồng	Fluridone
Đồng kim loại	Glyphosate
Đồng sunfat	2,4 - D
Chất màu axit xanh và axit vàng	2,4 - D Acetic acid
Dichlobenil	2,4 - D Butoxylethyl ester
Dichlobenil dibromide	2,4 - D Dimethylamine salt
Endothall	2,4 - D Isooctyl ester

Ngoài các quy định trên, các hoá chất khác sử dụng làm tăng độ cứng, độ kiềm, khử trùng cho nước... đều được phép sử dụng do độc tính về mặt thực phẩm rất thấp.

13.3. TÍNH BỀN VỮNG

Hiện nay chưa có tiêu chuẩn đánh giá tính bền vững của công nghiệp nuôi trồng thủy sản. Một đánh giá vào năm 1995 ở Mỹ về tính bền vững trong ngành nuôi cá da trơn về các phương diện: sử dụng nguồn tài nguyên, tác động môi trường và lợi nhuận đưa ra kết luận khá tốt.

Với diện tích nuôi gần 59.000 ha sản lượng cá da trơn thu được hơn 32.000 tấn, vùng nuôi đó đã sản xuất khoảng 30 năm. Qua những năm sản xuất đã đạt được nhiều thành tựu về con giống, thức ăn, kiểm soát bệnh, kiểm soát chất lượng nước, sử dụng nước. Mật độ nuôi, mức độ tiêu thụ thức ăn, sản lượng cá, năng lượng sử dụng đều tăng. Giá thành sản xuất giảm và lợi nhuận tăng đều. Không gây ô nhiễm môi trường và rất ít xảy ra tranh chấp với dân địa phương. Về mặt kinh tế có thể cho rằng ngành nuôi cá da trơn ở đây phát triển bền vững ngay cả trong tương lai.

Tất nhiên nếu tiêu chuẩn đánh giá khắt khe hơn, ví dụ mức độ suy giảm nguồn tài nguyên, thì kết luận sẽ ít sáng sủa hơn. Rất nhiều nghề nuôi khác ở Mỹ: cá hồi, tôm nước ngọt, cá nhiệt đới cũng

được đánh giá là phát triển bền vững về mặt kinh doanh, tác động môi trường và các vấn đề xã hội.

Vấn đề đáng quan tâm nhất về tính bền vững tồn tại trong nghề nuôi tôm. Hàng ngàn ha ao nuôi tôm phải ngừng sản xuất do ô nhiễm môi trường mà nó gây ra. Nguồn nuôi tôm bị cáo buộc là sản xuất theo cách “chặt phá và đốt”, vùng nuôi được khai thác triệt để, kiếm lợi nhuận tức thì và sau đó bỏ hoang, di chuyển sang vùng mới. Rất nhiều vùng bị bỏ hoang như vậy do nhiều yếu tố tác động. Một số ao nuôi tôm được lựa chọn trên các vị trí không thích hợp. Ví dụ một vùng nuôi tôm thâm canh lớn ở gần Băng Cốc bị bỏ hoang do nước nuôi bị ô nhiễm bởi chất hữu cơ, chất dinh dưỡng từ các nguồn thải công nghiệp, sinh hoạt, nông nghiệp trong vùng. Nguồn nước đã nhiễm bẩn trước khi hoạt động nuôi tôm bắt đầu. Các ao bị bỏ hoang cũng ảnh hưởng lên các ao nuôi tôm khác trong vùng do lan truyền bệnh. Hậu quả này đặc biệt gây hại cho người sản xuất nhỏ do họ sẽ không còn vốn để đầu tư lại cho sản xuất hoặc không biết làm cách nào để ngăn ngừa bệnh thâm nhập vào ao nuôi. Các ao nuôi bị bỏ hoang vẫn có thể tiếp tục sử dụng miễn là người nuôi có kinh phí đầu tư và kinh nghiệm nuôi.

Trong trường hợp khác, hiện tượng phú dưỡng và ô nhiễm môi trường khác làm hỏng ao nuôi tôm, nguyên nhân chủ yếu là do tập trung nhiều ao nuôi nhỏ của các hộ nhỏ trong một vùng hẹp. Các hộ nuôi nhỏ không đủ tiềm năng tài chính xây dựng cơ sở hạ tầng và phương pháp quản lý có hiệu quả, họ cũng thường thiếu kinh nghiệm nuôi. Những hộ nuôi nhỏ mang tính tạm thời thường là nguyên nhân làm tổn hại môi trường ở vùng Đông Nam Á. Chi phí cho nuôi tôm rất lớn, chi phí xây dựng ao nuôi đủ tiêu chuẩn tốn 10.000 - 50.000 đô la Mỹ cho diện tích 1 ha, phụ thuộc vào vị trí, thiết kế và phương thức nuôi. Chi phí cho một vụ nuôi gồm: giống, thức ăn, phân bón, vật liệu trung hoà axit (đá vôi), năng lượng bơm nước và sục khí, công lao động. Không phải ao nuôi nào cũng đạt hiệu quả do bị mất tôm bởi bệnh tật, chất lượng môi trường nuôi xấu, giá cả biến động. Phải nuôi qua nhiều vụ mới hoàn lại được vốn chi phí ban đầu. Lời cáo buộc rằng người nuôi với mục đích ăn xổi là không hợp lý, cần

phải khuyến khích, tạo điều kiện cho họ sản xuất ổn định, bền vững, lâu dài thì mới mong thu được lợi nhuận.

Mặc dù có một số vấn đề nảy sinh về tính bền vững trong nghề nuôi tôm ở một số nơi, có nhiều vùng nuôi tôm khác có tính ổn định và có lợi nhuận cao. Để có được điều kiện đó, các kỹ thuật, phương pháp quản lý được áp dụng để ngăn ngừa các tác động xấu đến môi trường, thúc đẩy phát triển bền vững trong nghề nuôi.

13.4. ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG MÔI TRƯỜNG

Đánh giá tác động môi trường (ĐTM) được thực hiện nhằm nhận biết tiềm năng rủi ro của môi trường và xung đột xã hội liên quan đến kế hoạch nuôi thủy sản của một vùng, có kế hoạch làm giảm nhẹ những yếu tố rủi ro đã được nhận biết. ĐTM có xu hướng ngày càng tăng đối với việc lập kế hoạch cho vùng nuôi trồng mới mặc dù có nhiều người cho rằng nó gây tốn kém, thực sự nó mang lại nhiều lợi ích.

ĐTM của một vùng nuôi mới đòi hỏi chi tiết về chọn lựa địa điểm nuôi về mặt môi trường tại thời điểm đó và các điều kiện kinh tế xã hội. ĐTM cần phải khẳng định được xem vùng ấy có thích hợp hay không. Chọn vị trí nuôi có thể tiến hành mà không nhất thiết phải có ĐTM, nhưng thường mang lại hiệu quả không cao. Một trong những nguyên nhân hay gây thất bại cho kế hoạch nuôi là vị trí của tiểu vùng nuôi.

Nội dung của ĐTM bao gồm chi tiết về thiết kế, kỹ thuật xây dựng, vận hành, quản lý, mục tiêu nuôi. Lập kế hoạch càng chi tiết thì càng có cơ hội thành công.

Khi đã nhận biết được tác động xấu đến môi trường của việc xây dựng và vận hành ao nuôi thì cần phải áp dụng các giải pháp kỹ thuật, quản lý nhằm giảm nhẹ các tác động xấu ngay từ giai đoạn thiết kế ban đầu. Biện pháp này có hiệu quả tốt hơn nhiều so với biện pháp phải khắc phục lúc xây dựng và vận hành. Ví dụ ngay từ đầu có

kế hoạch quản lý nước thải từ ao nuôi để duy trì chất lượng nước nuôi và từ đó tăng hiệu quả nuôi.

DTM cũng cần có kế hoạch quan trắc môi trường nuôi, số liệu quan trắc sẽ cho biết các giải pháp giảm nhẹ tác động tiêu cực có hiệu quả đến đâu. Những nhận biết về sự thay đổi chất lượng nước cấp có được từ quan trắc sẽ rất có giá trị cho nghề nuôi thủy sản.

DTM được thực hiện nhằm mục đích bảo vệ môi trường và tránh những xung đột xã hội, tuy vậy nó cũng mang lại lợi ích trực tiếp cho người nuôi. DTM không thể tiến hành riêng rẽ để phù hợp với những quy định về môi trường mà phối hợp chặt chẽ với kế hoạch tổng thể và thiết kế của dự án nuôi. Bằng cách đó, giá thành tổng thể của dự án giành cho đánh giá vị trí nuôi, thiết kế và DTM sẽ giảm. Những chỉ dẫn về DTM của Ngân hàng thế giới ghi trong bảng 13.3 áp dụng cho các dự án lớn (vùng nuôi tôm, cá nhiều trăm ha) với các dự án nhỏ cần ít thông tin hơn.

Bảng 13.3 Tiêu chí cần đánh giá của DTM đối với dự án nuôi thủy sản

Khái quát
Luật môi trường hiện hành
Chính sách, pháp luật, hành chính
Mô tả dự án Vị trí, nhu cầu nước, diện tích, yếu tố cơ bản về dự án, thiết kế và kế hoạch xây dựng, chi tiết vận hành, nước thải, chất thải rắn, nguồn gây ô nhiễm khác.
Mô tả hiện trạng môi trường Điều kiện vật lý, hoá học, sinh học; hiện trạng sử dụng đất, nước; cơ sở hạ tầng; điều kiện kinh tế - xã hội. Công viên và các khu vực được bảo vệ, các loài vật quý hiếm cần bảo vệ.
Tiềm năng tác động Tính ổn định về vị trí; chuyển đổi mục tiêu sử dụng đất, nước, ảnh hưởng đến nguồn nước cấp, ảnh hưởng đến xây dựng; khả năng làm cạn kiệt nguồn nước cấp; khả năng gây ô nhiễm nước mặt, nước ngầm, đất đai, không khí; sử dụng hoá chất gây độc và có khả năng tích lũy sinh học, ảnh hưởng đến đa dạng động, thực vật địa phương; đưa thêm vật nuôi và gen lạ không mang tính địa phương;

Bảng 13.3 (tiếp)

khả năng lan truyền bệnh cho loài vật tự nhiên; ảnh hưởng sinh thái đến khu vực nhạy cảm và vật cần bảo vệ, tác động đến dân cư địa phương, tác động lên khí hậu
Giải pháp giảm nhẹ tác động Bảo vệ rừng ngập mặn và vùng ngập nước; xây dựng, giảm thiểu tác động xấu của dinh dưỡng, chất hữu cơ, chất gây độc. Bảo vệ nguồn nước ngọt do mặn hoá. Ngăn ngừa bệnh tật. Tránh đưa vật nuôi lạ và gen lạ. Biện pháp quản lý. Yếu tố khí hậu; giải pháp giải quyết xung đột.
Kế hoạch quan trắc Chất lượng nước, sinh học, kinh tế - xã hội, chương trình hành động
Quan điểm về dự án của: Cơ quan chính quyền, tổ chức phi chính phủ, nhà doanh nghiệp, dân địa phương.
Những gợi ý khác

Đó là những tiêu chí chính cần được làm sáng tỏ khi xây dựng dự án nuôi trồng thủy sản.

Một trong những vấn đề hay gặp phải là một vùng rất thích hợp cho nuôi thủy sản và vì vậy tập trung rất nhiều ao nuôi ở đó. Vấn đề trên cần phải được khắc phục ngay từ khi khoanh vùng nuôi và cấp phép. Nhiều nơi hiện trạng đã xảy ra và không quản lý được và vì vậy ĐTM cũng sẽ gặp khó khăn. Phương pháp đánh giá ĐTM có thể sử dụng để xem xét những tác động xấu đến dự án và tìm các giải pháp giảm thiểu nhưng không thể áp dụng cho các dự án đã tồn tại.

Giải pháp giảm thiểu đòi hỏi cả việc bảo vệ vùng đất ngập, yêu cầu về giải pháp kỹ thuật trong xây dựng để hạn chế tác động xấu, xây dựng hồ lắng, giải pháp hạn chế xung đột mang tính xã hội. Hầu hết các dự án đã xây dựng không có ĐTM do được nhận thức là không cần thiết và tốn kém.

Tuy nhiên kinh nghiệm thực tế cho thấy lợi nhuận cao chỉ có khi lập được kế hoạch tối ưu giữa các yếu tố: mật độ nuôi, mức độ cho ăn, mức độ sục khí, chất lượng nước, tỷ lệ sử dụng thức ăn, tỷ lệ sống của

vật nuôi, tốc độ lớn, sản lượng thu hoạch, chất lượng nguồn thải. Lợi nhuận cao không đi liền với chi phí cao. Chi phí cao thúc đẩy mạnh sản xuất nhưng gây hậu quả xấu đối với môi trường dẫn đến lợi nhuận thấp.

ĐTM đối với ao nuôi đang hoạt động cần phải đưa ra được các giải pháp quản lý tốt hơn giữa đầu tư và lợi nhuận và các giải pháp cải thiện môi trường nuôi.

Khôi phục lại ao nuôi

Do nhiều lý do, nhiều ao nuôi, vùng nuôi bị bỏ hoang. Có thể khôi phục các ao đã bị bỏ hoang trong một số hoàn cảnh cụ thể. Trước hết cần phải đánh giá được liệu vị trí có thích hợp để tiếp tục nuôi và lý do để ao bị bỏ hoang. Ao nuôi bị bỏ hoang có thể do nguyên nhân về hạ tầng cơ sở như: thiếu nguồn nước cấp, không có kênh dẫn nước cấp và nước thải riêng rẽ, vị trí đặt bơm ở nơi nước bị ô nhiễm, không có hồ lắng cho nước thải. Người nuôi đôi khi mua phải giống nhiễm bệnh và không có kỹ năng quản lý. Vùng nuôi có mật độ ao nuôi quá lớn. Để khôi phục ao nuôi trong tình trạng trên cần có sự cố gắng hợp tác chung của các tổ chức, các liên hiệp hội và cần sự trợ giúp của chính phủ. Khi đó việc ĐTM là rất cần thiết và cần thiết phải có chi phí.

Tái tạo và gìn giữ các nguồn lợi tự nhiên cũng nằm trong hướng trên.

Bài 14

ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC

- Đánh giá chất lượng nước là phần việc quan trọng trong nuôi trồng thủy sản nhằm: đánh giá khả năng có thể sử dụng làm nguồn nước nuôi, phục vụ quá trình nuôi, tìm hiểu nguyên nhân bệnh tật, phục vụ nghiên cứu, quan trắc ô nhiễm.
- Nội dung đánh giá chất lượng nước gồm: lấy mẫu, phân tích, tổng hợp và đánh giá kết quả. Tổng hợp và đánh giá kết quả là công việc khó, đòi hỏi trình độ và kinh nghiệm của người thực hiện.
- Nước nuôi luôn biến động theo thời gian, vị trí không gian nên khi đánh giá cần phải hiểu được tính quy luật của từng chỉ tiêu cần đo, thực chất là phải nắm được quy luật diễn biến sinh thái của ao nuôi trong điều kiện cụ thể về mùa, thời gian, không gian và vật nuôi. Chỉ khi nắm được các yếu tố trên thì việc đánh giá chất lượng nước mới mang lại lợi ích và đỡ tốn kém.
- Các chỉ tiêu đặc trưng cho chất lượng nước khá phong phú. Tùy thuộc vào mục đích, đánh giá chất lượng nước cần tập trung vào các chỉ tiêu thật sự có ích nhằm tiết kiệm chi phí. Điều đó chỉ có thể thực hiện trên cơ sở hiểu biết và kinh nghiệm.
- Các chỉ tiêu cần đo có những đặc trưng khác nhau vì vậy tần suất đo, địa điểm đo, thời điểm đo cũng khác nhau.
- Bảo quản mẫu đo cũng là khâu quan trọng để có thể thu nhận số liệu khách quan. Ứng với các chỉ tiêu cần đo khác nhau đòi hỏi phương pháp bảo quản khác nhau.

Đánh giá chất lượng nước là một phần việc quan trọng trong ngành nuôi trồng thủy sản. Đánh giá chất lượng nước bao gồm: đo đạc các thông số vật lý, hoá học, vi sinh cần thiết và phân tích tổng hợp các số liệu thu được, từ đó đưa ra các quyết định cần thiết về mặt quản lý. Đánh giá chất lượng nước cũng là một nội dung quan trọng khi dự đoán bệnh của vật nuôi và là đối tượng nghiên cứu của nhiều dự án về nghiên cứu nuôi trồng thủy sản. Đánh giá chất lượng nước bao gồm: lấy mẫu, xác định chỉ tiêu, tổng hợp và đánh giá kết quả.

Lấy mẫu

Diện tích và thể tích nước nuôi rất lớn, trong khi lượng mẫu và số lần đo lặp hết sức hạn chế, bởi vậy việc lấy mẫu phải cố gắng đảm bảo là mẫu được đo cần có tính đại diện. Có một số chỉ tiêu có thể đo tại hiện trường, một số chỉ tiêu đo trong các phòng thí nghiệm, đối với chỉ tiêu phải đo ở phòng thí nghiệm cần phải được vận chuyển về từ hiện trường, trong khi vận chuyển và cất giữ có thể xảy ra một số thay đổi. Vì vậy, bảo quản mẫu đo phù hợp với tính chất của các chỉ tiêu cần đo là đảm bảo tính khách quan của số liệu.

Phân tích

Các chỉ tiêu phân tích nhằm đánh giá chất lượng nước chủ yếu là các chỉ tiêu hoá học, hoá lý, có chỉ tiêu đo khá tốn thời gian trong các phòng thí nghiệm. Có nhiều chỉ tiêu có thể xác định bằng các phương pháp hoá học đơn giản, có nhiều chỉ tiêu cần tới các công cụ, máy móc đắt tiền. Nhìn chung các phương pháp đo tại hiện trường có xu hướng phát triển và ứng dụng rộng rãi với mục đích: đo nhanh, đo được nhiều mẫu, không cần tới khâu vận chuyển và cất giữ để sao cho kết quả thu được có tính đại diện cao, có ích cho sản xuất.

Điều cũng hết sức quan trọng trong phân tích là sử dụng phương pháp có thích hợp về khoảng đo hay không?, đơn vị phân tích là gì cũng cần được rõ ràng.

Tổng hợp và phân tích số liệu

Tổng hợp và phân tích số liệu là bước cực kỳ quan trọng khi đánh giá chất lượng nước. So sánh số liệu nhận được với một tiêu chuẩn ghi sẵn nào đó tất nhiên là cần thiết nhưng lợi ích đem lại rất hạn chế. Điều cần thiết hơn là tìm được mối tương quan giữa các số liệu nhận được để phán đoán diễn biến tiếp theo. Để đạt được mục đích đó người đánh giá cần phải hiểu biết khá sâu và cụ thể của từng loại chỉ tiêu, mối tương quan giữa các chỉ tiêu cũng như kinh nghiệm thực tế.

Trước khi trình bày các kỹ thuật, phương pháp phân tích một số chỉ tiêu cụ thể, các đặc trưng liên quan đến phân tích chất lượng nước sẽ được đề cập.

14.1. BIẾN ĐỘNG CHẤT LƯỢNG NƯỚC

Chất lượng nước nói chung, nước ao nuôi nói riêng biến đổi theo thời gian (ngày, tháng, năm, thậm chí theo giờ), theo vị trí (vùng, địa điểm trong ao, độ sâu lớp nước, giữa các ao) khi phân tích và đánh giá kết quả cần chú ý tới các yếu tố trên.

14.1.1. BIẾN ĐỘNG THEO THỜI GIAN

Rất nhiều các chỉ tiêu chất lượng nước thay đổi về trị số theo thời gian có tính chất chu kỳ. Những thay đổi mang tính chu kỳ luôn có liên quan đến các quá trình sinh học vì hoạt động sinh học thay đổi theo ngày, theo mùa.

Thay đổi của các thông số theo chu kỳ ngày - đêm trong ao nuôi chủ yếu có liên quan đến quá trình quang hợp và hô hấp của động, thực vật.

Nồng độ oxy hoà tan trong nước bình thường cao trong những ngày nắng, đạt mức tối đa vào cuối buổi chiều, giảm dần về ban đêm, đạt mức thấp nhất vào lúc bình minh. Nồng độ carbon dioxit (CO_2) tỷ

lệ nghịch với nồng độ oxy tan, thấp khi oxy tan cao và ngược lại, pH thì phụ thuộc vào nồng độ CO_2 : thấp khi CO_2 cao, vì vậy pH sẽ cao vào cuối chiều và thấp nhất vào lúc bình minh.

Nồng độ nitrat, nitrit, amoniac, photphat tan cũng biến động theo chu kỳ ngày - đêm do hoạt động sinh hoá của thực vật. Nồng độ các chất dinh dưỡng (N, P) trong nước giảm mạnh vào ban ngày do thực vật hấp thu mạnh vào lúc nhiều nắng và tăng lên vào ban đêm khi hấp thu chậm lại.

Các chỉ tiêu khác như: độ muối, độ cứng, độ kiềm biến động không nhiều theo chu kỳ ngày - đêm.

Biến đổi chất lượng nước theo chu kỳ cũng xảy ra trong ao nuôi theo thời gian biểu cho vật nuôi ăn.

Cho ăn và tiêu hoá thức ăn sẽ làm giảm oxy của nước và tăng khí CO_2 trong nước, oxy giảm và CO_2 tăng xảy ra sau khi cho ăn trong một khoảng thời gian ngắn. Hàm lượng amoniac cũng tăng sau khi cho ăn do chất bài tiết của vật nuôi và phân hủy protein từ thức ăn.

Thay đổi chất lượng nước do cho vật nuôi ăn là dấu hiệu rõ rệt đối với ao nuôi có mật độ cao và nó là thành phần chính trong quần thể động, thực vật của ao.

Sự thay đổi ngắn về chất lượng nước do cho vật nuôi ăn ít được nhận biết do bị che lấp nhanh bởi hoạt động của thực vật sống trong ao.

Biến động chất lượng nước theo mùa cũng được quan sát thấy trong ao nuôi, nhất là ở các ao nằm trong vùng cận nhiệt đới và ôn đới do có sự thay đổi nhiệt độ, cường độ ánh sáng theo mùa và ở vùng nhiệt đới có mùa mưa và khô rõ rệt.

Đặc trưng thay đổi theo mùa là oxy hoà tan, chất hữu cơ, amoniac, nitrit, nitrat, mật độ tảo, độ cứng, độ muối, độ kiềm, photphat, chúng thay đổi trong khoảng khá rộng. Nguyên nhân chủ yếu gây thay đổi theo mùa là mật độ tảo trong ao nuôi, do tác động của cường độ ánh sáng và nhiệt độ.

Mức độ dao động theo mùa của một số đặc trưng có thể khá lớn, ví dụ trong ao nuôi cá da trơn nồng độ photphat vào mùa hè (7,5 mgP/l) có thể cao gấp đôi so với mùa đông (3 mgP/l). Khi đánh giá, ví dụ photpho và các đặc trưng khác cần chú ý tới đặc điểm trên.

Không phải tất cả những biến động có tính chất chu kỳ đều là do các quá trình sinh học. Đặc trưng chu kỳ gió ngày - đêm, thường mạnh về ban ngày, dấy đi vào chập tối gây quá trình xáo trộn nước ao hồ và có thể dẫn đến một số thay đổi về chất lượng nước. Sóng nước gây bởi gió làm tăng quá trình thẩm khí từ ao vào khí quyển hay ngược lại, vì vậy có thể làm thay đổi nồng độ oxy tan trong nước. Gió cũng có thể gây ra sự xáo trộn nước từ vùng đáy ao lạnh và thiếu oxy, đưa một số chất tích tụ ở lớp nước đáy lên bề mặt.

Sự thay đổi nhiệt độ và sức gió theo mùa gây ra chu kỳ thay đổi tầng phân nhiệt theo mùa trong các ao sâu: mùa hè lớp nước trên nóng, dưới sâu lạnh và ngược lại về mùa đông. Tác động trên làm biến động chất lượng nước và có thể dự đoán được.

Thủy triều có tác động thay đổi chất lượng nước vùng ven bờ theo chu kỳ và cũng có thể dự đoán do trộn lẫn các dòng khác nhau. Các đặc trưng dễ bị biến động là: độ muối, pH, nhiệt độ, thành phần ion phụ thuộc vào vị trí của vùng ven bờ.

Một số thay đổi có tính chu kỳ không do nguyên nhân tự nhiên. Ví dụ nồng độ một chất gây ô nhiễm nào đó trong sông thay đổi phụ thuộc vào lượng nước của nguồn chứa chất thải đổ vào mà nguồn này thay đổi theo lịch làm việc hàng ngày của nhà máy. Nước từ các đập của nhà máy thủy điện xả theo định kỳ cũng ảnh hưởng đến nồng độ các tạp chất của nguồn nhận nước.

Có một số biến động bất thường không có tính chu kỳ. Nước tự nhiên có thể chứa một số chất có nồng độ biến động thất thường do yếu tố thời tiết như mưa, hạn hán làm tăng hoặc giảm đột ngột độ muối của ao. Phần lớn những biến động về chất lượng nước theo chu kỳ dài thường chứa đựng các yếu tố biến động có chu kỳ ngắn, bất thường.

Những biến động có chu kỳ ngắn đôi khi được nhìn nhận lầm là bất thường do tần suất đánh giá không đúng. Ví dụ khi đo nồng độ oxy chỉ với vài lần đo, mỗi lần đo cách nhau khá lâu (trên 24 giờ) thì nhận thấy nồng độ oxy thay đổi không theo một quy luật nào cả mà thật ra nó thay đổi theo chu kỳ trong ngày. Số lần đo mẫu nhiều và dày cho phép nhận biết tính chu kỳ của đối tượng đo. Trong khi đo nếu có nhiều sai sót mang tính không hệ thống (thao tác, vị trí lấy mẫu, thời điểm lấy mẫu) hay ngẫu nhiên sẽ gây khó khăn rất lớn cho việc xác định sự thay đổi có tính hệ thống, quy luật.

Phương pháp lấy mẫu, đánh giá là cách thu nhận số liệu liên tục về một đặc trưng nào đó. Quan trắc liên tục, nhiệt độ, pH và nồng độ oxy là các hệ thống có bán trên thị trường và là thiết bị thông dụng của nhiều cơ sở nuôi thủy sản công nghiệp thâm canh hoặc với các ao nuôi sử dụng nguồn nước quay vòng. Thiết bị quan trắc tự động cũng được sử dụng trong nghiên cứu và có thể cho các vùng nuôi công nghiệp. Tuy vậy phương pháp thông dụng nhất là khi đo chất lượng nước là lấy mẫu rời rạc và phân tích lẻ.

Thời điểm lấy mẫu trong ngày để đánh giá một chỉ tiêu có tính chu kỳ ngày - đêm phải dựa trên đặc trưng biến động của chính chỉ tiêu đó. Bản chất của sự dao động quyết định thời điểm lấy mẫu tối ưu. Tần suất lấy mẫu được xác định bởi các yếu tố là sự biến động chỉ tiêu đó nhanh hay chậm, khoảng biến động rộng hay hẹp.

Ví dụ muốn xem nồng độ oxy giảm đến mức thấp nhất trong ao nuôi thì tốt nhất là lấy mẫu vào bình minh. Muốn xác định vùng nồng độ oxy của ao thì cần xác định vào thời điểm rạng đông và cuối chiều hôm. Đặc trưng biến động của pH và CO_2 về mặt thời gian cũng tương tự.

Với mục đích bảo vệ vật nuôi trước sự thay đổi nhanh của nồng độ oxy hay của pH (tác động tới độc tính của amoniac) thì tần suất lấy mẫu phải dày hơn, 1 – 2 giờ/lần vào thời điểm dễ xảy ra sự cố.

Khi cần đo và tổng hợp số liệu của một chỉ tiêu có tính chu kỳ, mẫu cần được lấy vào nhiều thời điểm trong ngày, các mẫu có cùng thời điểm được sử dụng để đánh giá cho thời điểm ấy trong ngày khác nhau.

Ví dụ phép đo sau đây không mang lại bất kỳ một thông tin bổ ích nào: đo nồng độ oxy tan của một ao vào lúc rạng đông để so sánh với nồng độ oxy của một ao khác đo vào buổi chiều. Vậy nên khi muốn so sánh nồng độ oxy, khí CO₂, pH của nhiều ao khác nhau thì cố gắng đo trong cùng thời điểm trong ngày, nếu muốn so sánh các ao trong nhiều ngày cũng cần làm như vậy.

Tương tự như vậy, khi khảo sát về bệnh của vật nuôi có yếu tố chất lượng nước kèm theo và chỉ có một mẫu nước đơn lẻ thì cần biết: mẫu lấy vào thời điểm nào và đặc trưng tính chất chu kỳ của chỉ tiêu đo.

Nếu nguyên nhân gây biến động chất lượng nước mang tính chất thất thường và cần đánh giá nồng độ trung bình của một chỉ tiêu nào đó thì nên lấy mẫu theo một khoảng thời gian nhất định. Tần suất lấy mẫu được xác định bởi sự dao động rộng hay hẹp của tiêu chuẩn cần đo, tức là mức độ tin cậy của thông số đo. Nếu mục tiêu là quan trắc một yếu tố để xem xét nồng độ tới hạn của nó thì tần suất lấy mẫu cần được thực hiện sao cho không bị bỏ sót các thời điểm cần biết.

Với mục tiêu đánh giá để nghiên cứu bệnh của vật nuôi thì sự dao động thất thường của một yếu tố cần quan tâm sẽ không giúp ích được gì, số liệu quan trắc có hệ thống trước khi xảy ra sự kiện khi đó mới có ích.

Số liệu thống kê chỉ có giá trị đối với một tập hợp số liệu lớn, thường nhận được với các phép đo nhanh và trong thời gian dài. Phép đo khá tốn kém. Cũng có thể nhận được tập hợp số liệu thống kê từ các số liệu đo rời rạc, ngắn hạn nhưng giá trị “thống kê” không cao.

14.1.2. BIẾN ĐỘNG THEO CHIỀU SÂU CỦA LỚP NƯỚC

Thành phần của nước cũng biến động theo chiều sâu. Các tầng nước có thành phần khác nhau bởi các hoạt động sinh hoá trong ao và thường không được khuấy đảo đều. Hiện tượng dễ gặp nhất trong ao hồ là sự phân tầng nhiệt của lớp nước, các lớp nước có nhiệt độ khác nhau. Nếu lớp dưới sâu có nhiệt độ cao hơn thì do khối lượng

riêng (tỷ trọng) của nó nhẹ, lớp nước nóng có xu hướng chuyển động lên trên, trộn lẫn với nước lạnh ở phía trên. Ngược lại lớp nước trên nóng hơn (về mùa hè) thì không xảy ra quá trình hoà trộn với lớp nước dưới.

Sự phân tầng nước cũng xảy ra ở các vùng ven bờ biển do nước ngọt và nước mặn. Nếu lớp nước mặn ở trên lớp nước ngọt thì quá trình hoà trộn sẽ xảy ra, ngược lại thì khó do khối lượng riêng (tỷ trọng) của nước mặn cao hơn. Sự khác nhau về tỷ trọng của các lớp nước chính là nguyên nhân của sự phân tầng, sự phân tầng có thể duy trì trong thời gian khá dài. Các ao nuôi tôm nước lợ khi gặp những trận mưa lớn thì lớp nước trên là nước ngọt, trong môi trường nước ngọt khả năng chịu đựng của tôm, cá đối với độc tố nitrit rất kém (xem thêm phần 3.9).

Quá trình sinh học gây biến động chất lượng nước ở các độ sâu khác nhau. Quá trình quang hợp của tảo xảy ra mạnh ở lớp nước trên, nơi nhận được nhiều ánh sáng nhất. Ở lớp nước nồng độ oxy và pH cao, nồng độ CO_2 thấp hơn so với lớp nước sâu hơn.

Mức độ hấp thu, thải chất bài tiết và các quá trình phân hủy vi sinh cũng gây ra biến động nước theo chiều sâu. Các thành phần amoniac, nitrit, hydro sunfua, CO_2 và các sản phẩm của phân hủy vi sinh yếm khí có xu hướng tăng ở tầng nước sâu. Các chất không tham gia vào quá trình sinh hoá (độ muối, cứng...) phân bố khá đều theo chiều sâu của ao nuôi.

Khi đánh giá các thông số có biến động theo độ sâu của lớp nước thì cần phải lấy mẫu ở độ sâu khác nhau. Để có được giá trị trung bình và giảm số mẫu cần phân tích, trong thực tế có thể sử dụng mẫu nước trộn lẫn lấy từ các độ sâu khác nhau.

14.1.3. BIẾN ĐỘNG THEO MẶT NGANG

Chất lượng nước cũng biến động theo vị trí của mặt ao do hoà trộn không đều và do hoạt động của sinh vật mang tính chất cục bộ.

Sự biến động theo chiều ngang khó dự đoán hơn nhiều so với biến động do thời gian và chiều sâu.

Biến động chất lượng nước theo chiều ngang thường thấy ở các tình huống trộn các dòng nước với nhau ở vùng ven biển hoặc trong các dòng sông nhận nước thải hoặc từ các dòng phụ. Trong các ao lớn, sóng gió đảo trộn các tầng nước cũng có thể gây ra sự biến động theo chiều ngang, nhất là do tảo với mật độ lớn, chúng thường bị gió đẩy tạt về một phía, tích tụ lại gần bờ. Những vùng có mật độ tảo tích tụ lớn có hàm lượng photpho thấp, pH, oxy hoà tan, khí CO₂ biến động mạnh trong ngày.

Đặc trưng chất lượng nước cần được đánh giá qua nhiều mẫu ở các vị trí khác nhau và rất khó tổng quát hoá số liệu thu được. Diện tích của ao ít có tác động đến sự biến động nước theo bề ngang. Trong tình trạng cấp thiết, cần phân tích 3 - 5 mẫu ở các vị trí khác nhau và lấy giá trị trung bình cho các ao rộng tới 10 ha.

Nồng độ trung bình có thể sử dụng vào mục đích so sánh, tuy nhiên vật nuôi thường trú ngụ ở những nơi mà điều kiện môi trường dễ chịu nhất đối với chúng.

Trong thực tiễn sản xuất rất khó có thể phân tích nhiều mẫu trong một ao theo bề ngang, vì vậy những quyết định về mặt quản lý chỉ dựa trên một vài mẫu đánh giá. Trong trường hợp đó nên cố gắng quan sát, lựa chọn điểm lấy mẫu hạn chế tối đa các yếu tố gây biến động như lấy mẫu cùng một vị trí của từng ao, cùng thời điểm tại các ngày khác nhau. Ví dụ hàng ngày chỉ lấy mẫu ở bờ phía nam nơi gió hướng tới, ở một vị trí cách bờ 2 m, hoặc ở gần miệng cống thải vào lúc 8 giờ hàng ngày.

14.1.4. BIẾN ĐỘNG GIỮA CÁC AO

Sự khác biệt về chất lượng nước giữa các ao nuôi rất rõ ràng kể cả các ao cạnh nhau trên cùng nền đất và áp dụng giải pháp quản lý giống nhau. Sự phân biệt dễ thấy nhất là mật độ tảo và tỷ lệ các loại

tảo trong các ao nuôi. Mức độ dao động ngắn hạn về mật độ tảo trong từng ao dẫn đến sự biến động chất lượng nước trong đó.

Mật độ tảo và tỷ lệ tảo trong ao cùng với sự biến động của nó rất khó dự đoán được do chưa hiểu kỹ về cơ chế và động lực của quá trình biến động. Mật độ tảo trong các ao khác nhau có thể lệch nhau tới vài chục lần do tác động của rất nhiều yếu tố.

Do khác nhau về mật độ và tỷ trọng tảo nên chất lượng nước của từng ao có tính đặc thù riêng, không ao nào giống ao nào về phương diện các chỉ tiêu liên quan đến quá trình sinh hoá.

Sự khác biệt về chất lượng nước trong từng ao chẳng những gây khó khăn cho việc đánh giá, tổng hợp và phân tích kết quả mà còn gây khó khăn khi áp dụng các giải pháp kỹ thuật xử lý, hạn chế đáng kể phạm vi áp dụng.

Khi nghiên cứu các giải pháp quản lý chất lượng nước nuôi, điều luôn muốn được làm sáng tỏ là giải pháp áp dụng có thay đổi được chất lượng nước so với một nguồn không được xử lý. Do đặc trưng của các ao không giống nhau, thời gian xử lý để xảy ra tác động khá dài nên một số kết luận rút ra từ khảo sát có độ tin cậy không cao. Giá trị một thông số cần khảo sát trong các ao khác nhau có độ chênh lệch từ 25 - 75% với cùng cách thức xử lý, vì vậy để có được số liệu thống kê đáng tin cậy cần phải tiến hành nhiều thí nghiệm lặp lại, gây tốn kém. Vì lý do đó độ tin cậy của số liệu đo đạc có thể chấp nhận một giá trị thấp hơn so với giá trị thông thường áp dụng trong thống kê.

Độ tin cậy của số liệu thống kê thường là 95%, với các số liệu thống kê về chất lượng nước nuôi thủy sản có thể chấp nhận độ tin cậy 80 - 90%.

14.1.5. BIẾN ĐỘNG THEO VÙNG

Chất lượng nước của các ao nằm cạnh nhau đã có thể rất khác nhau nên sẽ không lấy làm lạ là các ao trong các vùng khác nhau sẽ càng có ít điều kiện giống nhau do được xây dựng trên nền đất,

nguồn nước cấp, điều kiện khí hậu và cả tập quán sản xuất khác nhau. Điều này gây nhiều khó khăn cho việc đánh giá so sánh giữa các vùng và càng không hy vọng thiết lập giải pháp quản lý chung cho các vùng khác nhau. Điều này cũng tương tự như trong canh tác nông nghiệp, mỗi vùng nông nghiệp có đặc thù riêng dẫn đến chế độ canh tác: loại cây trồng, cách chăm sóc, diệt sâu, diệt cỏ, bón phân, tưới tiêu, mùa vụ khác nhau.

Vì lý do trên việc theo dõi chất lượng nước cần được thực hiện với mức độ rộng, khó áp dụng số liệu và các giải pháp kỹ thuật, quản lý của vùng này cho vùng kia.

14.2. KẾ HOẠCH ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC

Đánh giá chất lượng nước trong nuôi trồng thủy sản nhằm vào các mục tiêu sau:

- Đánh giá khả năng có thể sử dụng làm nguồn nước nuôi, cấp.
- Quan trắc các thông số cần thiết trong vụ nuôi.
- Tìm hiểu nguyên nhân bệnh tật.
- Cung cấp thông tin cho nghiên cứu.
- Quan trắc chất lượng nước thải.

Trong từng trường hợp cụ thể cần có kế hoạch khảo sát hợp lý vì có tới cả vài chục chỉ tiêu của nước có khả năng ảnh hưởng đến nuôi trồng và chúng biến động liên tục theo không gian và thời gian.

Phân tích nhiều mẫu nước và nhận được giá trị đại diện trong trường hợp với nước ao nuôi là không hiện thực, vì thế việc lập kế hoạch khảo sát cần phải dựa trên sự hiểu biết cận kề các tương tác giữa các yếu tố lý, hoá, sinh học xảy ra trong ao. Các nhà nuôi thủy sản đôi khi phân tích các chỉ tiêu về chất lượng nước dư thừa cả về số lượng tiêu chuẩn và số lần đo so với sự cần thiết, số liệu được tích trữ, ít được đánh giá để rút ra được một vài kết luận có ích nào đó. Tất nhiên có rất nhiều trường hợp đánh giá rất ít hoặc chẳng đánh giá gì.

Phân tích cần được tiến hành khi cần những thông tin có ích cho những quyết định về quản lý, đánh giá kết quả nghiên cứu, đánh giá ô nhiễm và bệnh của vật nuôi. Lập kế hoạch đánh giá trên cơ sở những thông tin phải có ích, đủ và giá thành hạ. Với các mục đích khác nhau kế hoạch đánh giá cũng không thể giống nhau.

14.2.1. ĐÁNH GIÁ NHÀM MỤC ĐÍCH CẤP NƯỚC NUÔI

Một nguồn nước có thích hợp cho vật nuôi trước hết được quyết định vật nuôi đòi hỏi điều kiện nào là thích hợp. Những yếu tố sơ bộ ban đầu là nhiệt độ trong năm của vùng nuôi, độ muối và pH. Khi các yếu tố trên đã thoả mãn, nước không bị nhiễm độc thì có thể coi là thích hợp. Độ cứng và độ kiềm cũng có tầm quan trọng và cần được đánh giá ngay từ ban đầu. Tuy mỗi nguồn nước đều có đặc trưng riêng nhưng các nguồn khác nhau đôi khi cũng có những đặc trưng chung tiêu biểu. Nước ngầm thường được coi là nguồn nước tốt cho ao nuôi vì nó chứa ít chất đục, ít chất hữu cơ, ít chứa vi sinh vật gây bệnh hơn so với nước mặt. Mặc dù chất lượng nước ngầm biến động theo vị trí và độ sâu của giếng nhưng thường là ổn định theo thời gian do đó chỉ cần phân tích một lần ban đầu đã có thể nắm khá chắc chất lượng nước của nó. Tuy vậy mỗi năm cũng nên kiểm tra lại xem có sự biến động nào mang tính dài hạn của nguồn.

Ngoài các chỉ tiêu nêu trên nước ngầm một số vùng ở Việt Nam có chứa amoniac, kim loại nặng cũng cần được đánh giá.

Nguồn nước mặt sử dụng cho ao nuôi cần đánh giá kỹ càng hơn so với nước ngầm vì dễ bị ô nhiễm và chất lượng biến đổi mạnh theo thời gian (mùa khô, mưa), kể cả nước vùng ven biển, đặc biệt gần vùng cửa sông. Nước mặt còn chứa ẩn nguy cơ khác: cá dại từ tự nhiên, cá và vật mang bệnh, loại vật ăn thịt cá nuôi. Nước mặt, nước ven bờ, nước biển có khả năng làm tắc ống dẫn nước và gây ăn mòn đối với ống dẫn kim loại.

Nước nuôi lấy từ nguồn cấp nước công cộng có chất lượng tốt, ổn định nhưng luôn phải quan tâm đến chất lượng clo dư trong nước cần phải loại bỏ trước khi đưa vào ao nuôi.

14.2.2. QUAN TRẮC ĐIỀU KIỆN MÔI TRƯỜNG

Quan trắc, theo dõi điều kiện môi trường trước hết được xác định bởi hình thức canh tác: Quảng canh, bán thâm canh hay thâm canh, tức là mật độ nuôi của ao, liều lượng phân bón, thức ăn sử dụng. Với các ao nuôi có mật độ thấp, sử dụng ít vật tư, nguyên liệu thì môi trường nước thường là tốt, đảm bảo cho vật nuôi phát triển bình thường mà không cần tới các giải pháp áp dụng kỹ thuật. Mật độ nuôi tăng sẽ làm xấu dần chất lượng nước nuôi và dễ xảy ra các tình huống khẩn cấp đối với nuôi thâm canh. Với các ao nuôi thâm canh, biện pháp quan trắc, theo dõi cần được tiến hành để có thể kịp thời đưa ra giải pháp khắc phục trong tình trạng khẩn cấp nhằm ngăn chặn thiệt hại xảy ra. Nếu chất lượng nước nuôi ban đầu là an toàn thì các thông số cần quan trắc không nhiều lắm trong khi nuôi. Những thông số cần quan tâm là những thông số tác động trực tiếp đến quá trình sinh hoá của ao nuôi vì nó thay đổi rất nhanh như oxy tan, CO_2 , pH, amoniac.

Khi lập kế hoạch quan trắc cũng cần phải quan tâm đến giá trị của vật nuôi, ví dụ tập trung vào các thông số quan trọng nhất đối với vật nuôi hiếm, có giá trị hoặc cho các ao nuôi công nghiệp có trữ lượng lớn nhằm giảm nhẹ giá thành quan trắc.

14.2.3. QUAN TRẮC PHỤC VỤ ĐÁNH GIÁ BỆNH TẬT

Điều kiện môi trường luôn được xem là yếu tố gây ra hoặc làm trầm trọng thêm bệnh hoặc sức khỏe của vật nuôi. Tất nhiên cần hết sức thận trọng khi đưa ra kết luận về bệnh của vật nuôi do chất lượng nước xấu vì điều đó rất khó. Tổn thương do điều kiện môi trường là do rất nhiều yếu tố tương tác: loài nuôi, thời gian tiếp xúc, yếu tố giảm nhẹ hoặc tăng cường. Đánh giá nguyên nhân gây bệnh vì vậy phải dựa trên quan sát về hành vi (cách thể hiện, phản ứng) của vật nuôi, xác định bệnh và chất lượng nước. Rất tiếc là trong phần lớn trường hợp không có được số liệu về điều kiện môi trường trước khi dịch bệnh xảy ra. Trong hoàn cảnh đó cần đánh giá chất lượng

nước càng nhanh càng tốt vì điều kiện môi trường thay đổi rất nhanh.

Giá trị phân tích nhận được sau một vài ngày không giúp ích cho việc đánh giá nguyên nhân gây bệnh, thậm chí dẫn tới những kết luận sai lầm. Nếu được nên phân tích cả các mẫu nước có thể so sánh được ở nơi không có bệnh. Kết quả so sánh ở các vùng khác nhau có thể cung cấp thêm thông tin làm sáng tỏ vấn đề.

Đánh giá tác động của chất lượng nước lên bệnh tật rất khó bởi vì không có chuẩn mực tuyệt đối về mức độ ảnh hưởng của các thông số khảo sát. Ảnh hưởng của từng yếu tố phụ thuộc vào tương tác giữa nó với các yếu tố vật lý, hoá học, loại cá bị nhiễm, tuổi cá, tình trạng dinh dưỡng, khả năng hấp thu thức ăn... Đánh giá ảnh hưởng vì vậy đòi hỏi một kiến thức tổng hợp sâu sắc về đối tượng cũng như kinh nghiệm thực tế.

14.2.4. QUAN TRẮC NHẪM MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU

Kế hoạch đánh giá phục vụ nghiên cứu trước hết phụ thuộc vào mục tiêu nghiên cứu. Ví dụ với mục đích sử dụng số liệu phân tích để tin chắc về mặt sức khoẻ của vật nuôi trong giai đoạn nghiên cứu thì kế hoạch sẽ tương tự với kế hoạch quan trắc của các ao nuôi công nghiệp. Trong trường hợp này chỉ cần một vài thông số chủ yếu, được ấn định đo theo một chương trình đủ để cho người nghiên cứu tin rằng không có sự cố xảy ra.

Đo chất lượng nước nhằm đánh giá hiệu quả của một giải pháp nào đó cần tỉ mỉ và rộng hơn.

14.3. MỘT SỐ HƯỚNG DẪN

Chương trình đánh giá chất lượng nước cần dựa trên kinh nghiệm và tính hợp lý, hiện tại không có quy định nào về tần suất và vị trí lấy mẫu được coi là chuẩn mực. Những trình bày tiếp sau đây chỉ là những gợi ý khi lập kế hoạch đánh giá.

Nhiệt độ

Nhiệt độ là thông số rất dễ đo, đo nhanh vì vậy tần suất đo không phải là vấn đề, đo một hay nhiều lần, đo ở các vị trí khác nhau không phải là điều khó. Quan trắc tự động nhiệt độ cũng là biện pháp không khó giải quyết. Nhiệt độ của ao trong một vùng cũng ít biến động trừ khi có sự trộn lẫn các dòng có nhiệt độ khác nhau. Nhiệt độ biến động theo thời gian, khi cần nhiệt độ cao hay thấp nhất phải chọn thời điểm đo thích hợp.

Độ muối

Độ muối có tầm quan trọng trong nuôi trồng ở nguồn nước lợ, nó thường biến động rất ít theo thời gian, chiều sâu hay vị trí trong ao. Đo một lần một tuần trong một ao là quá đủ thông tin về độ muối trừ trường hợp mưa lớn, lụt lội. Độ muối có thể đo bằng máy hoặc chuẩn độ hoá học.

pH

pH của nước trong ao nuôi có thể thay đổi rất nhanh, gây khó khăn cho nuôi trồng thủy sản. Tác động xấu trực tiếp do pH hiếm khi xảy ra cho nên việc đo đạc quá nhiều pH là sự lãng phí không cần thiết. pH chỉ cần đo trong các trường hợp: đánh giá chất lượng nước nuôi ban đầu, đánh giá khả năng hoà tan đá vôi khi trung hoà axit, xác định độc tính của các yếu tố liên quan đến pH. Đôi khi sự biến động pH trong ngày vào lúc chiều hôm (cao) và sáng sớm thấp cũng là một chỉ số cho biết mật độ và mức độ hoạt động của tảo trong ao. pH cao về buổi chiều là do lượng oxy hoà tan lớn, pH thấp về buổi sáng là do khí CO_2 trong nước cao, oxy hoà tan thấp. Amoniac có tác động xấu khi pH cao và hydro sunfua phát huy tác động xấu khi pH thấp.

Độ kiềm, độ cứng, canxi

Độ kiềm, cứng ít có tác động đến quá trình sinh hoá trong ao nuôi và mức độ dao động thấp. Nồng độ của chúng chỉ thay đổi đáng

kể trong các trường hợp: pha trộn nước, bốc hơi hay pha loãng do mưa. Các thông số này cần đo khi đánh giá ban đầu về chất lượng nước cấp, sau đó rất ít cần thiết cho việc quan trắc trong quá trình nuôi. Ngay kể cả cho mục đích nghiên cứu cũng chỉ nên đo 2 - 3 tháng một lần trừ trường hợp với mục đích đặc biệt. Do không có sự khác biệt lớn giữa các độ sâu và vị trí trong ao nuôi nên mỗi lần đo chỉ cần một mẫu trong một ao là đủ.

Oxy hoà tan

Oxy hoà tan là thông số độc lập quan trọng nhất trong ao nuôi, đo nhanh và dễ với nhiều phương pháp khác nhau. Đối với ao nuôi công nghiệp, thâm canh tối thiểu cần hai lần đo trong ngày trong vụ nuôi, đặc biệt khi vật nuôi đã lớn, lượng thức ăn sử dụng nhiều. Đo oxy hoà tan vào lúc rạng đông và cuối chiều sẽ cho thông tin về giá trị lớn nhất và nhỏ nhất. Tình trạng thiếu oxy trầm trọng xảy ra về ban đêm, vì vậy cần phải đo rất dày, ví dụ 2 giờ đo một lần để đưa ra các giải pháp cấp cứu kịp thời như sục khí. Với mục đích nghiên cứu so sánh giữa các ao nuôi, tối thiểu cần đến 2 lần đo trong một tuần hoặc mỗi ngày một lần, đo cùng thời điểm trong ngày và cùng ngày trong từng ao. Nồng độ oxy hoà tan biến động theo vị trí và chiều sâu của ao nên rất khó chọn vị trí lấy mẫu. Đối với ao nuôi công nghiệp, mỗi ao nuôi thường chọn hai vị trí ở độ sâu 25 cm so với mặt nước để đo, vị trí đó nên chọn cố định để loại bỏ bớt những tác động ngoại cảnh.

Carbon dioxit

Nồng độ khí CO_2 tan trong nước biến động mạnh trong các ao khác nhau, từng ngày và trong ngày, tại các vị trí và độ sâu khác nhau trong cùng ao. Để có thể sử dụng số liệu vào việc quản lý ao nuôi, cách tiến hành đánh giá và thu thập số liệu cũng tương tự như đối với oxy hoà tan. Thời điểm đo quan trọng nhất trong ngày là lúc bình minh và lúc chiều hôm, khi nồng độ carbon dioxit có giá trị cao nhất và thấp nhất trong ngày.

Đánh giá hàng ngày chỉ tiêu carbon dioxit rất mất thời gian do việc lấy, bảo quản và phân tích mẫu cần đòi hỏi những kỹ thuật đặc

thù, có lẽ vì lý do đó mà thông số này thường ít được đo ngay cả đối với ao nuôi công nghiệp. Cũng may là tác động gây độc của CO_2 đối với vật nuôi ở mức nồng độ khá cao trong điều kiện nồng độ oxy hoà tan rất thấp. Đối với mục đích nghiên cứu, kế hoạch đánh giá có thể áp dụng như đối với đánh giá oxy hoà tan.

Amoniac

Đánh giá amoniac có tầm quan trọng đối với một số vấn đề nảy sinh và giải pháp quản lý trong ao nuôi. Tổng amoniac (dạng trung hoà amoniac, NH_3 và dạng mang trị số dương amoni, NH_4^+) thường biến động không lớn lắm về trị số nồng độ trong ngày. Giá trị này có thể đo nhanh tại hiện trường, tuy nhiên giá trị đo được là giá trị tổng không phải là chỉ thị tốt về độc tính của amoniac. Giá trị cần biết chính là tỷ lệ amoniac trung hoà trong tổng đó. Để biết được tỷ lệ (%) của amoniac trung hoà cần phải biết cả pH và nhiệt độ của môi trường tại thời điểm đo amoniac. Từ các giá trị amoniac tổng, pH, nhiệt độ sẽ xác định được amoniac trung hoà (bảng 3.2). Nhìn chung, khi $\text{pH} < 7,25$ thì độc hại của amoniac không đáng kể ngay cả khi số liệu phân tích được là lớn, vì khi đó tỷ lệ $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3 = 100$, tức là thành phần trung hoà (độc) chiếm không đến 1% của giá trị phân tích.

Đo đồng thời amoniac và pH gây nhiều phức tạp nhất là pH biến động nhanh trong ngày và trong các ao khác nhau. Trong các ao nuôi có nguy cơ tiềm ẩn do amoniac thì tần suất đánh giá cần khá dày, mỗi ngày một hoặc hai lần đo thì mới có thể sử dụng vì nó thay đổi nhanh. Để giảm bớt số lần đo và đảm bảo an toàn cho ao nuôi, amoniac nên được đo vào lúc cuối buổi chiều trong ngày là lúc mà pH đạt giá trị cao nhất, chính là lúc độc tính (nếu có) của amoniac tác động mạnh nhất. Với các ao nuôi mà nguy cơ gây độc của amoniac thấp thì việc đánh giá nó ít có tác dụng. Trong tình huống trên, tần suất phân tích không cần lớn, một vài tuần đánh giá một lần là đủ nhằm tiết kiệm tiền của, công sức.

Nhằm mục đích nghiên cứu, so sánh thì tần suất đó chỉ cần 1 lần trong một tuần là đủ.

Nitrit

Nguy cơ gây độc của nitrit cao khi mật độ vật nuôi trong ao tăng, đặc biệt khi nồng độ clorua (độ mặn) của nước thấp. Nồng độ nitrit trong ao nuôi thay đổi khá nhanh, vì thế tần suất đo nên 2 lần trong tuần trong trường hợp ao có nguy cơ tiềm ẩn do nitrit. Cũng cần lưu ý rằng nồng độ nitrit cao theo mùa, thường vào đầu xuân và cuối thu (xem phần 3.9), vì vậy thời gian này là tiêu điểm cần theo dõi. Trong các ao nuôi nước lợ có nồng độ clorua (độ mặn) cao thì nitrit không có khả năng gây độc, vì vậy không cần thiết đánh giá.

Đối với nghiên cứu và so sánh, tần suất đo một lần trong tuần là đủ. Nồng độ nitrit trong một ao nuôi ít biến động nên chỉ cần đo một mẫu trong một ao.

Mật độ tảo

Mật độ tảo thường rất ít khi được đo trong các ao nuôi công nghiệp, tuy nhiên đôi khi nó cũng là những chỉ số có ích cho việc quản lý ao nuôi. Ví dụ để theo dõi chế độ bón phân đã hợp lý hay chưa thì cần đo mật độ tảo bằng cách đo bằng đĩa Secchi (xem phần 6.1). Phép đo rất dễ thực hiện và đo bất kỳ khi nào cần. Số liệu nhận được sẽ giúp ích cho việc quản lý ao.

Mật độ tảo lam, loại tảo có hại chỉ có thể đánh giá thông qua xác định chỉ số Chlorophyll a, đo với tần suất 2 lần trong tuần. Tuy vậy phép đo trên chỉ có thể thực hiện tại các phòng thí nghiệm.

Chất hữu cơ

Nồng độ chất hữu cơ trong ao nuôi thể hiện thông qua BOD, COD, độ oxy hoá, tổng carbon (TOC), carbon hoà tan DOC đôi khi cần thiết cho các công trình nghiên cứu, ví dụ để đánh giá chất lượng nước thải từ ao nuôi. Tần suất đo phụ thuộc vào mục tiêu nghiên cứu, thường đo một lần trong khoảng 2 - 4 tuần là đủ.

Trong các ao nuôi công nghiệp, các chỉ số về chất hữu cơ rất ít cần được đo để phục vụ trực tiếp cho sản xuất.

14.4. LẤY VÀ BẢO QUẢN MẪU

Lấy mẫu

Vị trí và tần suất lấy mẫu phụ thuộc vào mục tiêu và đặc trưng của thông số cần đo. Lấy mẫu nước để đo trong các ao nuôi đơn giản hơn so với mẫu phân tích cho các mục tiêu khác, ví dụ cho quan trắc môi trường. Riêng với mẫu nước lấy ở độ sâu cần thiết nào đó thì cần tới các dụng cụ đặc thù. Nguyên tắc của dụng cụ là sử dụng một chai có nút kín, chai được gắn vào một cái gậy hoặc được đeo vào một vật nặng có trọng lượng thắng được lực nổi của chai rỗng (do không khí trong chai rỗng). Chai được nhúng xuống một độ sâu nhất định thì mới mở nút (gắn nút chai với một đầu dây kéo, khi kéo dây thì nút sẽ mở). Khi không thấy bọt khí nổi lên tức là chai đã đầy nước. Độ sâu của nước trong vùng lấy mẫu xác định được trên gậy hoặc dây giữ chai.

Trên thị trường có bán những công cụ lấy mẫu theo chiều sâu tuy nhiên có thể chế tạo đơn giản và tại chỗ.

Với các ao nuôi có độ sâu không lớn, 1 – 2 m chẳng hạn, lấy mẫu nước ở độ sâu 1 m là khá đại diện và có thể thực hiện đơn giản với một dụng cụ là que lấy mẫu. Que lấy mẫu là một ống nhựa cứng có đường kính khoảng 5 cm. Một đầu của ống được đậy kín bằng quả cầu cao su, quả cầu cao su được gắn với đầu cây gậy nằm trong ống. Khi lấy mẫu người ta chọc ống nhựa xuống lớp nước sâu cần lấy mẫu, giữ theo phương thẳng đứng. Mở nút ở đầu ống bằng cách đẩy nhẹ quả cầu cao su để nước tràn vào ống, sau đó kéo nút đẩy nhẹ quả cầu cao su để nước khỏi chảy ra và kéo lên. Chai chứa nước tốt nhất là chai nhựa, các loại chai nhựa đựng thực phẩm như nước uống, sữa.

Mẫu cần được phân tích càng nhanh càng tốt sau khi lấy. Sau khi lấy mẫu cần được nhanh chóng chuyển về phòng thí nghiệm và cất giữ trong điều kiện lạnh, không bị ánh nắng mặt trời chiếu rọi. Trong thời gian lấy mẫu tại hiện trường và vận chuyển tốt nhất là mẫu được bảo quản trong hộp xốp chứa đá. Trong quá trình vận chuyển có một số thông số có thể biến động như pH, một số chất liên

quan đến quá trình sinh hoá của vi sinh vật, kể cả một số chất bị hấp phụ vào thành chai đựng mẫu.

Thời gian lưu giữ mẫu đối với các chỉ tiêu cần phân tích là khác nhau, việc sử dụng một số hoá chất bảo quản tương ứng với từng chỉ tiêu sẽ cho phép kéo dài thời gian bảo quản mẫu. Kỹ thuật bảo quản mẫu bao gồm: Cho thêm thủy ngân clorua (HgCl_2) nhằm ức chế vi sinh vật, làm lạnh để hạn chế vi sinh vật phát triển và hãm bớt các phản ứng hoá học. Khuyến cáo của Cục môi trường Mỹ (1982) về biện pháp bảo quản mẫu được trình bày trong bảng 14.1. Tuy vậy tác dụng bảo quản chỉ có giới hạn nhất định nên cần phân tích càng sớm càng tốt.

Bảng 14.1. Kỹ thuật bảo quản mẫu nước có thể sử dụng nhiều kỹ thuật để bảo quản ứng với một số chỉ tiêu cần phân tích (a, b, c)

Chỉ tiêu	Bảo quản	Thời gian bảo quản
Kiểm, axit	Lạnh 4°C	24 giờ
BOD	Lạnh 4°C	6 giờ
Carbon dioxit, CO_2	Lạnh 4°C	2 giờ
COD	1 ml H_2SO_4 đặc/lít nước	7 ngày
Oxy tan	Cũng tiến hành như BOD	6 giờ
Cứng, canxi	a, 1 ml HNO_3 đặc/lít nước	7 ngày
	b, Lạnh 4°C	7 ngày
Amoniac, nitrat	a, Lạnh 4°C	24 giờ
	b, 1 ml H_2SO_4 đặc/lít nước	7 ngày
	c, 40 mg HgCl_2 /lít mẫu	7 ngày
Photphat tan	a, Lạnh 4°C	2 giờ
	b, Xử lý chai với I_2	7 ngày
Photphat tổng	Lạnh 4°C	7 ngày
Chất lắng	Không đòi hỏi	24 giờ
Chất hữu cơ tan	Lạnh 4°C	7 ngày
Chất hữu cơ không tan	Lạnh 4°C	12 giờ
Chlorophyll a	Lạnh 4°C	12 giờ

14.5. PHÂN TÍCH TẠI HIỆN TRƯỜNG

Trên thị trường hiện nay có bán nhiều loại thiết bị của nhiều hãng sản xuất để đo các thông số đặc trưng cho chất lượng nước, kể cả một số chỉ tiêu mới cách đây ít năm chưa đo được như BOD, COD, một số loại thuốc bảo vệ thực vật.

Các phép đo tại hiện trường dựa trên các phương pháp đo: Đo quang, đo độ dẫn điện (điện hoá), chuẩn độ hoá học và phản ứng sinh hoá.

Đo quang là phương pháp biến đổi các chất cần đo thành một chất có màu xác định nào đó bằng cách cho phản ứng với một hay nhiều hoá chất cụ thể. Các chất màu tạo thành có cường độ hấp thụ ánh sáng cực đại ở một bước sóng hay vùng sóng nào đó. Cường độ hấp thụ ánh sáng tỷ lệ thuận với nồng độ chất có màu, tức là tỷ lệ với nồng độ chất cần đo. Phương pháp đo quang có thể áp dụng được cho hầu hết các chỉ tiêu như pH, amoniac, nitrit, độ cứng, độ kiềm, sunfua hydro, đồng, sắt, clo hoạt động... phép đo đơn giản miễn là có hoá chất tương ứng thích hợp.

Nhược điểm của phương pháp đo quang là dễ bị nhiễu dẫn đến sai số do độ đục của nước không được loại bỏ hoàn toàn và các yếu tố gây nhiễu do sự có mặt của các chất khác tồn tại trong nước mặc dù trong hoá chất sử dụng đã chứa một số thành phần nhằm giảm bớt các ảnh hưởng khác.

Máy đo cũng là thiết bị khá đắt tiền cần được bảo quản tốt, trong điều kiện nóng, ẩm hệ thống kính quang học dễ bị mốc. Trong trường hợp đó giá trị đo được sẽ lớn hơn giá trị thực gây ra sự nhầm lẫn. Mặt khác giá thành hoá chất dùng để đo khá đắt và hoá chất của hãng nào chỉ dùng được cho máy do hãng đó sản xuất.

Để giảm giá thành và chủ động về hoá chất sử dụng, các phòng thí nghiệm có thể tự pha các hoá chất từ các loại hoá chất cơ bản bán trên thị trường. Hoá chất tự pha có giá thành rất thấp, chỉ bằng khoảng 10% so với hoá chất do hãng cung cấp.

Chuẩn độ hoá học cũng được áp dụng để đánh giá một số chỉ tiêu: độ kiềm, độ cứng, clorua (độ mặn). Cơ sở khoa học của phương pháp là phản ứng trung hoà axit - bazơ hay tạo phức chất. Với các chất chỉ thị thích hợp sẽ xác định được điểm tương đương và thông qua lượng hoá chất tiêu hao cho phản ứng sẽ tính được nồng độ của các chỉ tiêu cần đo.

Đo điện hoá là phương pháp thông dụng trong nghiên cứu và phân tích, nó cho phép xác định được nhiều thông số trên cơ sở dòng điện: đo pH, oxy hoà tan, độ dẫn điện, độ muối, tổng chất rắn hoà tan, amoniac. Máy đo gồm hai bộ phận chính là thân máy và đầu đo. Một máy có thể sử dụng để đo nhiều chỉ tiêu, mỗi chỉ tiêu cần tới một loại đầu đo riêng. Đầu đo điện cực chọn lọc ion được phát triển mạnh và đo được khá nhiều chỉ tiêu.

Đo điện hoá có giá thành rẻ vì không tiêu hao hoá chất thường xuyên. Các màng đo đặc hiệu (đo oxy hoà tan, amoniac, kể cả pH) chỉ sử dụng được một thời gian và được thay thế (dưới dạng phụ tùng theo máy).

Đo các chỉ tiêu theo phương pháp sinh hoá dựa trên cơ sở phản ứng sinh hoá đặc thù, các đặc trưng của phản ứng sinh hoá có thể nhận biết qua màu (đo quang) hay tín hiệu điện. Phương pháp sinh hoá thường đòi hỏi thời gian dài hơn so với các phương pháp hoá học, hiện nay có thể đo các chỉ tiêu COD, BOD, một số loại hoá chất bảo vệ thực vật.

Nhìn chung những thông số đo tại hiện trường có độ chính xác không được cao như đo trong phòng thí nghiệm, bù lại có thể đo được nhiều mẫu nên tính đại diện sẽ cao hơn. Cũng do đo tại hiện trường nên giảm nhẹ được bước vận chuyển và bảo quản mẫu.

Một chỉ tiêu có thể đo được theo nhiều phương pháp khác nhau, ví dụ đo clo dư có thể xác định bằng phương pháp chuẩn độ hoá học hay đo quang, đo amoniac có thể thực hiện theo phương pháp đo quang hoặc sử dụng điện cực. Phương pháp nên lựa chọn là phương pháp có độ ổn định cao, giá thành hạ, máy móc thiết bị dễ bảo quản nhất là trong điều kiện nóng ẩm ở nước ta và dưới điều kiện không tiêu chuẩn của hiện trường.

Số liệu phân tích thu được trở thành có ích khi được sử dụng vào mục tiêu cụ thể như: xem ao nuôi có hoạt động ở trạng thái bình thường không, cần phải áp dụng giải pháp quản lý và kỹ thuật nào để cải thiện tình trạng xấu của ao nuôi, việc xử lý kỹ thuật đã đạt hay còn thiếu hay đã quá dư thừa (ví dụ bón phân, vôi, cho ăn). Ngoài ra số liệu còn cho phép đưa ra những quyết định đúng đắn, ví dụ để tăng thêm oxy tan cho ao nuôi thì cần sục khí và sục khí vào lúc sáng sớm chứ không phải vào lúc buổi chiều do trị số oxy tan đo được thấp nhất vào lúc rạng đông.

Cao hơn là dữ liệu phân tích (ghi chép cẩn thận hàng ngày) cho phép dự đoán diễn biến chất lượng nước trong ao nuôi trong tương lai gần để có giải pháp phòng ngừa và làm dữ liệu để đánh giá bệnh tật của vật nuôi.

Ví dụ khi quan trắc mật độ tảo bằng đĩa Secchi nhận thấy mức độ nhìn thấy (độ sâu lớp nước) tăng dần từng tuần thì người nuôi sẽ nhận ra là mật độ tảo trong ao đang giảm, thức ăn sẽ trở nên thiếu và rất có thể cỏ dại mọc nhiều. Khi đó cần phải tăng cường bón phân để cho mật độ tảo tăng đến mức cần thiết.

Ví dụ khác: khi đo thấy hàm lượng amoniac tăng đều (trong ao nuôi bằng thức ăn tổng hợp) mật độ tảo tăng, sự chênh lệch về oxy tan, khí CO_2 , pH giữa sáng sớm và chiều hôm lớn thì nhiều khả năng là lượng thức ăn sử dụng nhiều hơn mức cần thiết hoặc phân tôm, thức ăn thừa đang tích tụ ở đáy ao, cần phải có giải pháp khắc phục. Trong trường hợp đã khá nghiêm trọng thì cần sục khí vào buổi sáng sớm nhằm giúp vật nuôi sống sót qua đợt hiểm nghèo.

14.6. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH CÁC CHỈ TIÊU TRONG NƯỚC

Trong phần đánh giá chất lượng nước đã trình bày các đặc trưng liên quan đến sự biến động chất lượng nước cũng như các kỹ thuật lấy và bảo quản mẫu để phân tích đánh giá chất lượng nước. Phần tiếp theo sẽ đề cập đến các phương pháp phân tích một số chỉ tiêu cụ thể.

14.6.1. NHIỆT ĐỘ

Nhiệt độ của mẫu nước có thể xác định được bằng cách đo nhiệt độ của mẫu nước hoặc tốt nhất là xác định trực tiếp ngay tại nguồn nước. Để đo nhiệt độ của nước có thể dùng nhiệt kế bách phân có khắc độ tới $0,1 - 0,5^{\circ}\text{C}$, khi đo nhúng bầu thủy ngân của nhiệt kế vào nước và giữ yên trong khoảng 5 phút rồi mới đọc nhiệt độ. Khi đo nhiệt độ của nước trực tiếp tại nguồn nước hoặc gián tiếp trong bình đựng mẫu cần luôn luôn chú ý ngăn ngừa ảnh hưởng của ánh sáng mặt trời chiếu trực tiếp vào nhiệt kế hoặc bình đựng mẫu. Trong trường hợp không đo trực tiếp được mà cần lấy mẫu vào bình thì dùng bình có dung tích ít nhất là 1 lít. Ngâm bình vào nguồn nước cần lấy mẫu để bình có nhiệt độ bằng nhiệt độ của nguồn nước. Sau khi lấy mẫu xong cần xác định ngay nhiệt độ của nước trong bình, không được lưu lại hay vận chuyển đi nơi khác làm thay đổi nhiệt độ.

14.6.2. ĐỘ MUỐI

Độ muối của nước được hình thành chủ yếu từ các thành phần canxi, magie, natri, kali, bicarbonat, clorua và sunfat. Nồng độ và tỷ lệ giữa các thành phần trên thay đổi đối với từng nguồn nước. Để đánh giá độ muối của một nguồn nước người ta thường xác định thông qua việc đo độ dẫn điện của nước. Độ dẫn điện là một đại lượng đặc trưng cho hàm lượng muối hoà tan khi muối này phân ly thành các ion. Phương pháp đo độ dẫn nhanh gọn và thuận lợi. Đơn vị đo độ dẫn là: $\mu\text{S}/\text{cm}$ hoặc mS/m . Tính toán một cách gần đúng ta có mối quan hệ như sau: $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ hoặc $100 \text{mS}/\text{m}$ xấp xỉ bằng $1000 \text{mg}/\text{l}$ chất hoà tan. Nước có độ dẫn điện càng cao thì hàm lượng muối càng lớn. Ví dụ như nước biển có độ dẫn điện vào khoảng $50.000 \mu\text{S}/\text{cm}$. Ngoài ra độ muối còn được xác định thông qua việc xác định các thành phần trên chủ yếu là clorua, sunfat, độ cứng, độ kiềm.

14.6.3. CLORUA

Clorua là một trong những anion quan trọng trong nước lợ, là chỉ tiêu quan trọng để đánh giá độ mặn của nước. Hàm lượng clorua trong nước thay đổi nhiều do nguồn nước và do mức độ nhiễm mặn.

Có nhiều phương pháp để xác định clorua trong nước. Tuy nhiên phương pháp thông dụng và đơn giản nhất là phương pháp chuẩn độ hoá học dùng bạc nitrat (phương pháp bạc nitrat) hoặc dùng thủy ngân nitrat (phương pháp thủy ngân nitrat). Ngoài ra còn xác định clorua bằng cách đo quang theo phương pháp thủy ngân thiocyanate.

Phương pháp bạc nitrat

Nguyên lý: Phương pháp này dựa trên cơ sở chuẩn độ Cl^- bằng dung dịch chuẩn AgNO_3 (trong môi trường kiềm yếu), dùng K_2CrO_4 làm chất chỉ thị. Bạc clorua sẽ kết tủa trước, khi hết Cl^- trong dung dịch thì kết tủa Ag_2CrO_4 màu gạch non sẽ hình thành và báo hiệu điểm tương đương.

Hóa chất:

- Dung dịch chỉ thị màu kali cromat: Hoà tan 5 g K_2CrO_4 trong 100 ml nước cất
- Dung dịch chuẩn bạc nitrat AgNO_3 0,02N: Hoà tan 3,398 g AgNO_3 trong nước và pha loãng đến 1 lít bằng nước cất, đựng trong lọ tối màu. Chuẩn lại dung dịch bằng dung dịch tiêu chuẩn NaCl 0,02N.
- Dung dịch tiêu chuẩn NaCl 0,02N: cân chính xác 1,1689 g NaCl tinh khiết (đã sấy khô ở 140°C) vào nước cất không có clorua và pha loãng đến 1 lít.

Những thuốc thử để khắc phục các yếu tố cản trở:

- Huyền phù nhôm hydroxit: hoà tan 12,5 g kali aluminosunfat $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ hoặc amoni aluminosunfat $\text{AlNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ trong nước cất. Đun nóng đến 60°C và thêm 5,5 ml NH_4OH

đậm đặc đồng thời lắc đều. Để yên 1 giờ. Rửa bằng cách gạn với nước cất cho đến thật sạch Cl^- và định mức đến 100 ml.

- Dung dịch NaOH 1N: hoà tan 4 g NaOH trong nước cất rồi định mức đến 100 ml.
- Dung dịch H_2O_2 30%
- Dung dịch H_2SO_4 1N: Lấy 28 ml H_2SO_4 đặc (36N) pha thành 1000 ml dung dịch bằng nước cất ta được dung dịch H_2SO_4 1N.

Cách xác định

- Chuẩn bị mẫu: Lấy 50 ml mẫu (hoặc một thể tích mẫu phù hợp, sau đó pha loãng đến 50 ml). Nếu nước có màu thêm 1,5 ml huyền phù $\text{Al}(\text{OH})_3$ lắc đều rồi để yên cho lắng, lọc, rửa và thu lấy nước lọc, rửa. Nếu trong nước có sunfit hoặc sunfua hay thiosunfat, thì xử lý mẫu trước khi phân tích bằng NaOH 1N cho đến màu hồng với phenolphthalein, thêm 1 ml H_2O_2 lắc và trung hoà hết màu hồng phenolphthalein bằng H_2SO_4 1N.
- Chuẩn độ: Mẫu nước phải có độ pH = 7 - 10, có thể dùng NaOH 1N hoặc H_2SO_4 1N để điều chỉnh pH đến khoảng thích hợp. Sau đó thêm 1 - 2 giọt chỉ thị K_2CrO_4 rồi chuẩn độ với dung dịch AgNO_3 0,02N cho đến khi xuất hiện màu gạch non thì kết thúc. Làm song song mẫu trắng với nước cất.

Tính kết quả

$$\text{mgCl}^-/\text{l} = [(A - B) \times N \times 35,450 \times 1000] / V_{\text{mẫu}}$$

trong đó:

A: số ml bạc nitrat chuẩn độ mẫu thực;

B: số ml bạc nitrat chuẩn độ mẫu trắng;

N: nồng độ đương lượng của dung dịch AgNO_3 ;

35,450: đương lượng của Cl^- .

Phương pháp thủy ngân nitrat

Nguyên lý: Có thể chuẩn độ anion clorua bằng thủy ngân nitrat do trong dung dịch tạo thành thủy ngân clorua điện ly yếu. Ở khoảng pH = 1,3 - 2,8 chỉ thị màu diphenyl carbazon báo hiệu điểm kết thúc của chuẩn độ do sự hình thành phức chất màu đỏ với ion thủy ngân.

Hóa chất:

- Dung dịch tiêu chuẩn NaCl 0,02N (xem 14.6.3)
- Dung dịch tiêu chuẩn thủy ngân nitrat $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ 0,1N: Hoà tan 16,68 g $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ vào trong nước cất có 5 ml HNO_3 đặc sau đó định mức đến 1 lit. Có thể chuẩn lại nồng độ dung dịch bằng dung dịch tiêu chuẩn NaCl 0,1N với chỉ thị diphenyl carbazon.
- Dung dịch tiêu chuẩn thủy ngân nitrat 0,02N: Lấy 100 ml dung dịch thủy ngân nitrat 0,1N pha loãng và định mức thành 500 ml bằng nước cất ta được dung dịch thủy ngân nitrat 0,02N.
- Dung dịch chỉ thị màu: Hoà tan 0,5 g diphenyl carbazon và 0,5 g bromphenolblue trong 100 ml etanol 96%.
- Dung dịch axit nitric 0,1N.

Cách xác định:

- Lấy 50 ml mẫu (hoặc một thể tích phù hợp và pha loãng đến 50 ml). Thêm 1 ml chỉ thị màu, lắc đều lúc này mẫu có màu đỏ tía. Thêm một vài giọt dung dịch HNO_3 0,1N cho đến khi chuyển sang màu vàng (pH < 3). Sau đó chuẩn độ bằng dung dịch thủy ngân nitrat cho đến khi chuyển sang màu đỏ tía. Làm song song mẫu trắng với nước cất.

Tính kết quả :

$$\text{mgCl} / \text{l} = [(A - B) \times N \times 35,450 \times 1000] / V_{\text{mẫu}}$$

trong đó:

A: số ml thủy ngân nitrat chuẩn độ mẫu thực;

B: số ml thủy ngân nitrat chuẩn độ mẫu trắng;

N: nồng độ đương lượng của dung dịch $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$;

35,450: đương lượng của Cl^- -

Phương pháp đo quang

Nguyên lý: Trong nước có Cl^- khi gặp $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ thì ion thiocyanate được giải phóng khỏi thủy ngân thiocyanate và tạo thành HgCl_2 , cùng với sự có mặt của ion sắt thì ion thiocyanate tự do sẽ tạo thành phức sắt thiocyanate có màu. Cường độ màu bằng tỷ lệ thuận với hàm lượng Cl^- trong nước.

Hóa chất:

- Dung dịch thủy ngân thiocyanate: Hoà tan 4,17 g $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ trong khoảng 500 ml methanol, trộn đều và định mức đến 1 lít với methanol, để lắng và lọc qua giấy lọc.
- Dung dịch sắt nitrat: Hoà tan 202 g $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ trong 500 ml nước cất, thêm cẩn thận 21 ml HNO_3 đặc sau đó định mức đến 1 lít với nước cất, trộn đều, lọc qua giấy lọc và đựng trong chai tối màu.
- Chỉ thị màu: Thêm 150 ml dung dịch $\text{Hg}(\text{SCN})_2$ vào 150 ml dung dịch $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ trộn đều và định mức tới 1 lít bằng nước cất. Thêm 0,5 ml polyoxyethylen để bảo quản.
- Dung dịch clorua chuẩn: Cân chính xác 1,6482 g NaCl được sấy khô ở 140°C hoà tan trong nước cất và định mức đến 1 lít ($1 \text{ ml} = 1 \text{ mgCl}^-$).
- Dung dịch chuẩn clorua 50 mg/l: Lấy 25 ml dung dịch clorua chuẩn 1000 mg/l pha loãng với nước cất và định mức thành 500 ml.

Cách xác định:

- Lập đường chuẩn: Từ dung dịch chuẩn clorua 50 mg/l pha ra các nồng độ 0, 1, 2, 4, 6.... 25 mg/l trong thể tích 25 ml, sau

đó thêm 1 ml dung dịch chỉ thị màu, lắc đều rồi đem so màu với mẫu trắng mẫu không có Cl^- ở bước sóng 480 nm.

- Xác định Cl^- trong mẫu: Lấy 25 ml mẫu (hoặc một thể tích mẫu phù hợp rồi pha loãng đến 25 ml) sau đó làm như lập đường chuẩn.

14.6.4. SUNFAT

Sunfat có thể có trong nước tự nhiên với mức độ rất khác nhau, từ một vài mg/l đến hàng ngàn mg/l. Nguồn sunfat trong nước tự nhiên chủ yếu tạo thành do sự oxy hoá pyrit từ các mỏ hoặc từ các tầng phen. Cùng với clorua, sunfat là một chỉ tiêu quan trọng để đánh giá tính chất và độ muối của nước.

Ba phương pháp thường được sử dụng để xác định SO_4^{2-} trong nước:

- Phương pháp đo độ đục;
- Phương pháp khối lượng;
- Phương pháp so màu.

Phương pháp đo độ đục

Nguyên lý: Kết tủa hoàn toàn ion sunfat trong môi trường axit clohydric dạng bari sunfat bằng thuốc thử bari clorua. Độ đục của huyền phù bari sunfat được đo bằng máy đo quang ở bước sóng 420 nm và xác định được nhờ một dãy tiêu chuẩn.

Hóa chất:

- Bari clorua dạng tinh thể
- Dung dịch tiêu chuẩn sunfat: Hoà tan 147,9 mg natri sunfat khan và khô trong nước cất và pha loãng đến 1 lít, dung dịch có nồng độ tiêu chuẩn $100 \text{ mgSO}_4^{2-}/\text{l}$.

- Dung dịch CR: Trộn 50 ml glycerin với dung dịch có chứa 30 ml HCl đậm đặc, 300 ml nước cất, 100 ml etanol và 75 g NaCl.

Cách xác định:

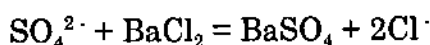
- Lập đường chuẩn: Từ dung dịch 100 mg/l pha ra các nồng độ từ 0, 2, 4, 6, 8, 10 mg/l trong thể tích 25 ml. Thêm 1 ml dung dịch CR lắc đều sau đó thêm khoảng 0,5 g tinh thể BaCl_2 vào và khuấy đều trong khoảng 1 phút rồi đem đo độ đục ở bước sóng 420 nm. Từ đó lập đồ thị tiêu chuẩn.
- Xác định với mẫu thực: Lấy 25 ml mẫu (hoặc một thể tích phù hợp rồi pha loãng đến 25 ml) Thêm 1 ml dung dịch CR lắc đều sau đó thêm khoảng 0,5 g tinh thể BaCl_2 vào và khuấy đều trong khoảng 1 phút rồi đem đo độ đục ở bước sóng 420 nm.

Từ số đo trên máy của mẫu, căn cứ đồ thị tiêu chuẩn suy ra số $\text{mgSO}_4^{2-}/\text{l}$ của mẫu.

Phương pháp khối lượng

Nguyên lý: Ion sunfat phản ứng định lượng với ion bari trong dung dịch axit clohydric nồng độ 0,05N tạo thành bari sunfat không tan. Để axit có tác dụng ngăn cản sự kết tủa của muối bari carbonat, hydroxit và photphat. Để kết tủa BaSO_4 được hoàn toàn bằng cách thêm bari clorua rất chậm vào dung dịch đang sôi nhằm tránh quá bão hoà và trong điều kiện đó tạo thành các tinh thể lớn. Phương thức thực hiện đó cũng làm tăng quá trình giải hấp phụ, sẽ thuận lợi hơn cho việc lọc và rửa sạch tinh thể.

Phản ứng tạo thành kết tủa:



Kết tủa BaSO_4 được lọc, rửa sạch, sau đó sấy khô và cân khối lượng BaSO_4 .

Hóa chất:

- Dung dịch HCl 5N: Lấy 50 ml HCl đặc pha loãng và định mức thành 100 ml bằng nước cất
- Dung dịch bari clorua 10%: Hoà tan 100 g $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ trong khoảng 500 ml nước cất, sau đó thêm nước đến 1 lít.
- Chỉ thị màu metyl đỏ 0,2% trong etanol
- Dung dịch bạc nitrat trong HNO_3 : Hoà tan 8,5 g AgNO_3 và 0,5 ml HNO_3 đặc trong 500 ml nước cất.

Cách xác định:

- Lấy 100 ml mẫu (hoặc nhiều hơn nếu hàm lượng sunfat thấp) đun sôi và cô đến gần cạn trong chén sứ. Thêm 1 ml dung dịch HCl 5N, cho tráng hết cặn bám trên thành chén. Tiếp tục cô cho khô và làm khô hẳn trong tủ sấy ở 180°C , sau đó thêm 2 ml dung dịch HCl và hoà tan cặn bằng nước cất nóng rồi lọc. Rửa cặn không tan vài lần với nước nóng, thu lại toàn bộ nước lọc và nước rửa để xác định sunfat.
- Axit hóa mẫu nước xác định sunfat bằng dung dịch HCl 5N (dùng chỉ thị metyl đỏ) hạ pH xuống 4,5 - 5,0. Sau đó thêm 1 - 2 ml dung dịch HCl 5N. Đun sôi mẫu và thêm từ từ dung dịch BaCl_2 nóng, thêm đến đâu khuấy cẩn thận đến đó cho đến khi BaSO_4 kết tủa hoàn toàn có thể thêm dư 2 ml dung dịch bari clorua.
- Đun nóng kết tủa lên $80 - 90^\circ\text{C}$ và để lắng cho nguội, lọc qua giấy lọc không tro, rửa sạch kết tủa nhiều lần mỗi lần một lượng nước nóng nhỏ cho đến khi sạch Cl^- (thử dung dịch lọc bằng dung dịch $\text{AgNO}_3 - \text{HNO}_3$). Làm khô giấy lọc và kết tủa, sau đó cho vào chén silic nung ở 800°C cho đến khối lượng không đổi, làm nguội trong bình hút ẩm, sau đó cân chính xác khối lượng BaSO_4 (là hiệu số khối lượng chén và kết tủa với khối lượng chén đã xác định trước khi nung).

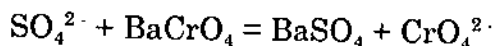
Cách tính kết quả:

$$\text{mgSO}_4^{2-}/\text{l} = (\text{mgBaSO}_4 \times 411,5) / V_{\text{mẫu}}$$

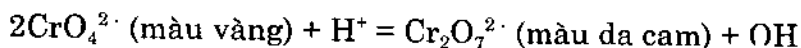
$$\text{ở đây } 411,5 = (\text{SO}_4^{2-} / \text{BaSO}_4) \times 1000 = (96 / 233,29) \times 1000.$$

Phương pháp so màu

Nguyên lý: Trong phương pháp khối lượng, phản ứng xác định là phản ứng kết tủa SO_4^{2-} bằng thuốc thử BaCl_2 trong môi trường axit clohydric. Trong phương pháp so màu, thay BaCl_2 bằng BaCrO_4 và phản ứng sẽ tạo thành ion cromat màu vàng có số đương lượng bằng số đương lượng gam của ion sunfat (phản ứng theo tỷ lệ):



trong dung dịch axit bari cromat chuyển thành dạng dicromat:



Sau khi hoàn thành kết tủa BaSO_4 thuốc thử bari dư được tách ra bằng cách tác dụng với dung dịch amoniac, khi đó dicromat lại trở lại dạng cromat.

Màu vàng của cromat là tỷ lệ với nồng độ SO_4^{2-} trong mẫu và được xác định bằng máy đo quang tại bước sóng 410 nm.

Hóa chất:

- Dung dịch bari cromat 0,1N trong HCl 1,5N: Hoà tan 12,7 g BaCrO_4 vào 500 ml dung dịch HCl 3N sau đó thêm nước cất đến 1 lít và lọc nếu dung dịch đục.
- Amoni hydroxit 5N.
- Dung dịch tiêu chuẩn Na_2SO_4 : Cân chính xác 1,479 g Na_2SO_4 hoà tan trong nước cất và định mức thành 1 lít (1 ml = 1 mgSO_4^{2-}).
- Dung dịch tiêu chuẩn Na_2SO_4 10 $\text{mgSO}_4^{2-}/\text{l}$: Từ dung dịch 1000 $\text{mgSO}_4^{2-}/\text{l}$ pha loãng 100 lần bằng nước cất không có sunfat ta được dung dịch 10 $\text{mgSO}_4^{2-}/\text{l}$.

Cách xác định:

- Lập đường chuẩn: Từ dung dịch chuẩn $10 \text{ mgSO}_4^{2-}/\text{l}$ pha ra các nồng độ 0, 2, 4, 6, 8, 10 $\text{mgSO}_4^{2-}/\text{l}$ trong thể tích 25 ml, thêm 5 ml dung dịch bari cromat, thêm 1,2 ml NH_4OH 5N lắc đều dung dịch và để yên khoảng 30 phút. Thêm tiếp 1 ml NH_4OH lắc đều dung dịch có màu vàng sau đó lọc qua giấy lọc mịn rồi đem so màu với mẫu trắng mẫu không có SO_4^{2-} ở bước sóng 410 nm.
- Xác định SO_4^{2-} trong mẫu: Lấy 25 ml mẫu (hoặc một thể tích mẫu phù hợp rồi pha loãng đến 25 ml) sau đó làm như cách lập đường chuẩn.

14.6.5. pH

Đại lượng pH là chỉ số quan trọng biểu thị nồng độ axit hay kiềm của nước. Để xác định pH của nước, có thể sử dụng các phương pháp trắc quang hoặc điện thế. Các phương pháp trắc quang (dùng máy so màu hoặc so màu bằng mắt) thích hợp cho các loại nước trong và không có màu. Phương pháp này không thích hợp cho những loại nước có màu, bị đục cũng như các loại nước chứa lượng lớn các muối, các chất oxy hoá khử mạnh. Tuy nhiên các phương pháp đó, đặc biệt là phương pháp so màu bằng mắt rất đơn giản, không đòi hỏi phải có máy móc và có thể sử dụng ở mọi nơi. Phương pháp điện thế cho kết quả chính xác hơn, thường được dùng trong các trường hợp đòi hỏi có độ chính xác cao.

Xác định pH bằng phương pháp trắc quang

Nguyên lý: Dựa vào màu sắc của các chất chỉ thị axit bazơ được thêm vào mẫu nước để xác định pH của nó bằng cách so sánh màu sắc được tạo thành với màu sắc của dãy chuẩn đã biết trước pH.

Hóa chất:

- Metyl đỏ là chất chỉ thị dùng cho khoảng pH từ 1,4 đến 5,2: Hoà tan 0,2 g chất chỉ thị trong 100 ml rượu etylic 60%. Sự đổi màu của chất chỉ thị từ đỏ (dạng axit) sang vàng (dạng bazơ).
- Bromocrezol đỏ là chất chỉ thị dùng cho khoảng pH từ 5,2 đến 6,8: Hoà tan 0,1 g chất chỉ thị trong 100 ml rượu etylic 20%. Sự đổi màu của chất chỉ thị từ vàng sang xanh.
- Phenol đỏ là chất chỉ thị dùng cho khoảng pH từ 6,8 đến 8,0: Hoà tan 0,1 g chất chỉ thị trong 100 ml rượu etylic 20%. Sự đổi màu của chất chỉ thị từ vàng sang đỏ.
- Dung dịch kali dihydro photphat KH_2PO_4 : Hoà tan 9,078 g muối này đã được sấy khô trước ở nhiệt độ 110 - 130°C với nước cất và định mức thành 1 lít.
- Dung dịch natri hydro photphat Na_2HPO_4 : Hoà tan 0,472 g muối này đã được sấy khô với nước cất và định mức thành 1 lít.

Để có được các dung dịch đệm có pH mong muốn làm dung dịch chuẩn ta trộn những thể tích xác định của hai dung dịch muối trên theo tỷ lệ như sau:

pH	$V_{\text{KH}_2\text{PO}_4}$ (ml)	$V_{\text{Na}_2\text{HPO}_4}$ (ml)	pH	$V_{\text{KH}_2\text{PO}_4}$ (ml)	$V_{\text{Na}_2\text{HPO}_4}$ (ml)
5,29	9,75	0,25	6,81	5,0	5,0
5,59	9,5	0,5	6,98	4,0	6,0
5,91	9,0	1,0	7,17	3,0	7,0
6,24	8,0	2,0	7,38	2,0	8,0
6,47	7,0	3,0	7,73	1,0	9,0
6,64	6,0	4,0	8,04	0,5	9,5

Các dung dịch này chỉ được chuẩn bị ngay trước khi xác định pH của mẫu:

Cách xác định:

- Trước hết xác định sơ bộ pH của mẫu nước bằng giấy chỉ thị tổng hợp. Từ giá trị gần đúng đó, chọn chất chỉ thị thích hợp và các dung dịch đệm tương ứng dùng làm thang chuẩn. Sau đó tiến hành xác định pH của mẫu nước như sau:
- Lấy bốn ống nghiệm như nhau đã được rửa sạch, lấy 10 ml mẫu vào ống thứ nhất và lấy lần lượt vào các ống còn lại các dung dịch đệm (mỗi dung dịch đệm cũng lấy 10 ml) có giá trị pH gần với giá trị pH đã xác định được bằng giấy chỉ thị. Thêm vào mỗi ống 0,05 ml dung dịch chất chỉ thị, lắc đều rồi so sánh màu của ống đựng mẫu nước cần xác định pH với màu của các ống chuẩn đựng dung dịch đệm đã biết trước pH.
- Nếu mẫu nước có màu sẵn hoặc bị đục, có thể loại trừ ảnh hưởng đó bằng cách sau: Chuẩn bị bốn ống nghiệm, một ống đựng 10 ml nước cất, các ống còn lại mỗi ống đựng 10 ml mẫu nước. Không thêm chỉ thị vào cả bốn ống đó. Khi so màu ta để ống đựng nước cất đằng sau ống đựng mẫu nước có màu, còn ống kia để sau 3 ống đựng dung dịch đệm có chất chỉ thị.

Xác định pH bằng phương pháp điện thế

Phép đo thông dụng và tiêu chuẩn hiện nay là phép đo điện thế, sử dụng máy đo pH điện cực thủy tinh.

Thế của điện cực thủy tinh phụ thuộc tuyến tính vào pH của dung dịch. Vì vậy để xác định pH của các dung dịch nước, người ta dùng các máy đo pH với điện cực thủy tinh. Cực so sánh là cực calomen. Độ chính xác của phương pháp phụ thuộc vào chất lượng của cực thủy tinh và độ chính xác của các loại máy đo pH.

Các kết quả xác định còn phụ thuộc vào nhiệt độ của dung dịch (vì thế điện cực hydro phụ thuộc vào nhiệt độ) nếu sử dụng những máy đo hiện đại thì ảnh hưởng này được loại trừ bằng một bộ phận của máy.

Phương pháp này có ưu điểm là không bị cản trở bởi một loạt các yếu tố như màu sắc, độ đục của dung dịch cần đo, sự có mặt của nhiều chất oxy hoá - khử và các chất lạ khác.

Thiết bị:

- Máy đo pH.
- Điện cực thủy tinh.

Hóa chất:

- Các dung dịch tiêu chuẩn : pH = 4,01; 7,01; 10,01
- Các dung dịch trao đổi: KCl 1M, (NaF 1M).

Các dung dịch đệm pH tiêu chuẩn không bền cần được bảo quản lạnh và nút kín, tránh hấp thu khí CO₂. Thời gian sử dụng không được lâu, tối đa chỉ nên sử dụng trong 2 tháng. Có thể pha các dung dịch này từ hoá chất tinh khiết.

Thủ tục xác định:

Trước khi đo, máy móc phải được sấy bằng cách cho máy hoạt động trước 30 phút, kiểm tra độ nhạy của máy, chuẩn máy bằng các dung dịch pH tiêu chuẩn. Sau đó đo pH của mẫu theo sự hướng dẫn của máy.

Chú ý:

- Sau mỗi lần đo cần rửa sạch bầu điện cực bằng nước cất (bằng cách tia nước) và thấm khô bằng giấy lọc mềm rồi nhúng điện cực vào trong cốc đựng dung dịch KCl bão hoà.
- Máy cần được để trong phòng khô, thường xuyên sấy máy bằng cách cho máy hoạt động.

- Điện cực luôn được ngâm trong cốc đựng dung dịch KCl bão hoà. Thường xuyên bổ sung nước vào cốc, không được để nước cạn khô và tinh thể KCl bám trên điện cực.

14.6.6. ĐỘ KIỀM

Độ kiềm của nước là đại lượng thể hiện khả năng trung hoà với axit mạnh gây ra bởi sự có mặt của các anion của axit yếu (HCO_3^- , CO_3^{2-} , photphat...) nhóm hydroxyl và các axit yếu như humic, fulvic. Thành phần chủ yếu gây nên độ kiềm trong nước là ion bicarbonat. Đối với nước thiên nhiên, độ kiềm phụ thuộc chủ yếu vào hàm lượng các muối hydro carbonat của kim loại kiềm và kiềm thổ.

Đơn vị đo độ kiềm tùy từng nước có những quy định khác nhau, thường là mg/l hay đương lượng gam/l hoặc mol/l. Đơn vị đo cũng có thể tính theo một hợp chất nào đó, ví dụ người Đức hay tính theo CaO, người Mỹ hay tính theo CaCO_3 . (1 mg CaCO_3 tương đương với 1,22 mg HCO_3^-). Tính theo đương lượng gam (1 đương lượng gam HCO_3^- tương đương với 61 g HCO_3^- /l; 1 đương lượng gam CaCO_3 tương đương với 50 g/l).

Khi tính theo CaCO_3 , cách tính được tiến hành như sau:

$$\text{mgCaCO}_3/\text{l} = \text{mg/l của ion} \times \frac{\text{đương lượng gam của CaCO}_3}{\text{đương lượng gam của ion}}$$

Ví dụ nồng độ của $\text{CO}_3^{2-} = 80 \text{ mg/l}$; $\text{HCO}_3^- = 90 \text{ mg/l}$ khi tính theo CaCO_3 ta được:

mgCO_3^{2-} theo $\text{CaCO}_3 = 80 \text{ mg/l} \times 50/30 = 133,3 \text{ mg/l}$ (trong đó: 50 - là đương lượng gam của CaCO_3 ; 30 - là đương lượng gam của CO_3^{2-}).

mgHCO_3^- theo $\text{CaCO}_3 = 90 \text{ mg/l} \times 50/61 = 73,7 \text{ mg/l}$ (trong đó: 61 - là đương lượng gam của HCO_3^-).

Độ kiềm của nước thường được xác định bằng phương pháp chuẩn độ hoá học với axit cùng 2 loại chỉ thị khác nhau là phenolphthalein (p) và chỉ thị metyl da cam. Chỉ thị phenolphthalein có điểm chuyển màu

tại pH = 8,3 và của metyl da cam tại pH = 4,3. Khi dùng axit để chuẩn mẫu nước có pH > 8,3 thì sử dụng chỉ thị phenolphthalein, màu của dung dịch chuyển từ hồng sang không màu khi pH giảm dần đến 8,3. Lượng axit tiêu hao khi chuyển pH của nước về đến 8,3 tương ứng với độ kiềm (p) gây ra bởi OH⁻ và CO₃²⁻; lượng axit tiêu hao khi chuyển pH của nước về đến 4,3 gọi là độ kiềm tổng tương ứng với độ kiềm gây ra bởi OH⁻, CO₃²⁻ và HCO₃⁻. Hiệu số giữa kiềm tổng và độ kiềm (p) là độ kiềm do HCO₃⁻ gây ra. Một mẫu nước chỉ có độ kiềm (p) khi pH > 8,3.

Xác định độ kiềm bằng phương pháp chuẩn độ hoá học

Hoá chất:

- Dung dịch chuẩn HCl 0,1N : Pha ống chuẩn HCl 0,1N thành 1 lít bằng nước cất.
- Dung dịch chuẩn HCl 0,02N : Pha loãng 5 lần dung dịch chuẩn HCl 0,1N ta được dung dịch chuẩn HCl 0,02N.
- Dung dịch chỉ thị phenolphthalein: Hoà tan 5 g phenolphthalein vào trong 100 ml cồn.
- Dung dịch chỉ thị metyl da cam: Hoà tan 5 g metyl da cam vào 100 ml nước cất.

Cách xác định:

- **Độ kiềm tự do (p):** Lấy 50 ml mẫu, thêm 2 giọt chỉ thị phenolphthalein, nếu xuất hiện màu hồng thì có độ kiềm p. Dùng dung dịch chuẩn HCl 0,02N chuẩn đến khi dung dịch mất màu hồng. Độ kiềm (p) được tính như sau:

$$p = (V_{\text{HCl}} \times N \times 50 \times 1000) / V_m \quad (\text{mgCaCO}_3/\text{l})$$

trong đó:

V_{HCl} : số ml dung dịch chuẩn HCl;

N : nồng độ đương lượng của dung dịch chuẩn HCl;

50: đương lượng của CaCO₃;

V_m : thể tích dung dịch mẫu lấy để chuẩn độ;

1000: hệ số quy đổi về lít.

- *Độ kiềm tổng (m)*: Lấy 50 ml mẫu, thêm 1 - 2 giọt metyl da cam, dung dịch có màu vàng da cam. Dùng dung dịch chuẩn HCl 0,02N chuẩn tới khi dung dịch chuyển từ màu vàng da cam sang màu gạch non thì dừng. Độ kiềm tổng (m) được tính như sau:

$$m = (V_{\text{HCl}} \times N \times 50 \times 1000) / V_m \quad (\text{mgCaCO}_3/\text{l})$$

trong đó:

V_{HCl} : số ml dung dịch chuẩn HCl;

N: nồng độ đương lượng của dung dịch chuẩn HCl;

50: đương lượng của CaCO_3 ;

V_m : thể tích dung dịch mẫu lấy để chuẩn độ;

1000: hệ số quy đổi về lít.

14.6.7. ĐỘ CỨNG

Độ cứng của nước là do các ion kim loại gây ra, chủ yếu là các ion kim loại hoá trị 2 như: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , chúng phản ứng với một số anion nhất định tạo ra dạng kết tủa. Các ion kim loại hoá trị 1 không gây độ cứng của nước. Hàm lượng các ion Sr^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} trong nước thường nhỏ hơn nhiều so với ion Ca^{2+} và Mg^{2+} nên sự đóng góp của chúng không đáng kể. Các ion hoá trị 3 (Al^{3+} , Fe^{3+}) do bị thủy phân mạnh và độ tan của hydroxit thấp nên cũng có thể bỏ qua. Vì vậy độ cứng của nước chủ yếu được gây ra bởi ion Ca^{2+} và Mg^{2+} . Người ta thường phân biệt độ cứng carbonat và độ cứng phi carbonat. Lượng ion canxi và magie tương đương với lượng carbonat và hydrocarbonat gọi là độ cứng carbonat. Lượng canxi và magie tương ứng với các anion của axit vô cơ mạnh như clorua, sunfat và nitrat gọi là độ cứng phi carbonat. Độ cứng toàn phần là tổng của hai loại độ cứng trên.

Đơn vị đo độ cứng ở mỗi nước thường khác nhau, độ cứng thường được biểu thị bằng đương lượng gam trên thể tích, mg/l, tính theo CaCO_3 hoặc đôi khi bằng thang độ cứng của Đức ký hiệu là $^\circ\text{H}$, độ Pháp là $^\circ\text{F}$, độ Anh là $^\circ\text{E}$... mối tương quan của chúng như sau:

$$\text{mg/l theo CaCO}_3 = \text{mg/l Ca}^{2+} \times 50/20$$

50: đương lượng của CaCO_3

20: đương lượng của Ca^{2+}

$$1^\circ\text{F} = 10 \text{ mgCaCO}_3/\text{l}$$

$$1^\circ\text{H} = 10 \text{ mgCaO/l} = 17,86 \text{ mgCaCO}_3/\text{l}$$

$$1^\circ\text{E} = 14,38 \text{ mgCaCO}_3/\text{l}$$

$$1 \text{ mgCaCO}_3/\text{l} = 0,1^\circ\text{F} = 0,056^\circ\text{H} = 0,7^\circ\text{E}$$

Độ cứng của nước thường được xác định bằng phương pháp chuẩn độ phức chất. Phương pháp này dựa trên phản ứng tạo phức của các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} với anion etylendiamintetra axetat (ký hiệu là Y^{4-}). Các phức CaY^{2-} và MgY^{2-} có độ bền không cao. Vì nồng độ của các ion Ca^{2+} và Mg^{2+} trong nước thường không cao, nên để phản ứng chuẩn độ xảy ra hoàn toàn người ta thường tiến hành chuẩn độ trong môi trường hỗn hợp đệm ($\text{HCl} - \text{NH}_4\text{OH}$) có $\text{pH} = 10 - 11$. Dung dịch chuẩn là dung dịch trilon B (muối dinatri của axit diethylendiamintetra axetic, ký hiệu là $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$ hay EDTA).

Để xác định điểm tương đương của phản ứng chuẩn độ người ta dùng chất chỉ thị màu kim loại eriocrom - T - đen (viết tắt là ETOO). Trong môi trường chuẩn độ, chất chỉ thị tự do có màu xanh biếc, còn phức của nó với ion Mg^{2+} có màu đỏ, phức của nó với ion Ca^{2+} cũng có màu đỏ nhưng cường độ màu yếu hơn nhiều. Vì phức CaY^{2-} bền hơn phức MgY^{2-} nên khi chuẩn độ các ion Ca^{2+} sẽ tạo phức trước và được chuẩn trước ion Mg^{2+} , vì vậy tại điểm tương đương sự chuyển màu của chất chỉ thị rất rõ ràng.

Phương pháp xác định tổng canxi magie trong nước bằng cách chuẩn độ với trilon B (EDTA)

- Nguyên lý: Tại pH = 10,0 trilon B tạo phức với Ca^{2+} , Mg^{2+} . Phản ứng nhanh và tạo thành phức rất bền vững ở nhiệt độ khoảng 50 - 60°C. Tại pH = 10 màu của chỉ thị ET - OO tự do có màu xanh biển, khi tạo thành phức với Ca, Mg có màu đỏ mận.

Chuẩn độ Ca^{2+} , Mg^{2+} trong nước bằng trilon B với chỉ thị màu ET - OO sẽ kết thúc khi màu chuyển từ màu mận chín sang màu xanh.

Hoá chất:

- Chất chỉ thị ET - OO được dùng dưới dạng hỗn hợp rắn với muối NaCl theo tỷ lệ ET - OO : NaCl = 0,5 : 100. Cân 10 g NaCl đã được sấy khô ở 110°C, nghiền nhỏ, sau đó cân 0,05 g chất chỉ thị ET - OO cho vào 10 g muối trên, trộn đều và nghiền mịn.
- Dung dịch HCl 1N: Lấy 25 ml dung dịch HCl đặc pha loãng và định mức thành 250 ml bằng nước cất ta được dung dịch HCl 1N.
- Dung dịch đậm HCl - NH_4OH : Lấy 50 ml HCl 1N trộn với 100 ml NH_4OH .
- Dung dịch NaOH 1N: Hoà tan 10 g NaOH trong nước cất định mức thành 250 ml.
- Dung dịch trilon B (EDTA) 0,01M: Hoà tan 3,723 g EDTA đã được sấy khô ở 105°C trong nước cất, định mức thành 1 lít ta được dung dịch EDTA 0,01M.

Cách xác định:

Xác định độ cứng tổng: Lấy 50 ml mẫu vào bình tam giác, thêm 1,5 ml dung dịch đậm HCl : NH_4OH (pH của mẫu lúc này là 10,3 - 10,5). Thêm một ít chỉ thị (bằng hạt đỗ xanh) ET - OO lắc đều dung dịch có màu xanh, sau đó chuẩn với

EDTA 0,01M tới khi dung dịch chuyển từ đỏ sang xanh. Độ cứng tổng được tính như sau:

$$\text{Độ cứng tổng (mgCaCO}_3\text{/l)} = (A \times 1000) / V_m$$

trong đó:

A - thể tích dung dịch EDTA tiêu tốn lúc chuẩn mẫu;

V_m - thể tích mẫu lấy để chuẩn.

Xác định canxi bằng phương pháp chuẩn độ với trilon B (EDTA)

Nguyên lý: Khi tăng độ kiềm trong nước lên khoảng pH = 12 thì Mg^{2+} kết tủa dưới dạng hydroxit, mặc dù khi lượng magie nhỏ không thể nhìn thấy kết tủa.

Sau khi kết tủa magie, canxi còn lại trong dung dịch được xác định bằng phương pháp chuẩn độ với trilon B. Có nhiều loại chỉ thị có thể dùng, tuy nhiên thông dụng nhất là murexit. Phức murexit - Ca có màu đỏ cam, khi kết thúc chuẩn độ màu chuyển sang màu tím hoa cà.

Hàm lượng canxi trong nước tính bằng $\text{mgCaCO}_3\text{/lít}$ thường gọi là độ cứng canxi.

Hoà chất:

- Dung dịch chuẩn trilon B (EDTA) 0,01M: (xem phần trước)
- Chỉ thị màu murexit trộn với NaCl tỷ lệ 1 : 100: Cân 10 g NaCl đã được sấy khô ở 110°C , nghiền nhỏ, sau đó cân 0,1 g chất chỉ thị murexit cho vào 10 g muối NaCl trên, trộn đều và nghiền mịn.
- Dung dịch NaOH 1N: Hoà tan 4 g NaOH trong nước cất rồi định mức thành 100 ml.

Cách xác định:

Lấy 50 ml mẫu cho vào bình tam giác, thêm ... ml NaOH 1N để pH của mẫu khoảng 12 - 13, thêm một ít (bằng hạt đỗ

xanh) chỉ thị murexit rồi chuẩn bằng EDTA tới khi dung dịch chuyển từ màu đỏ cam sang màu tím hoa cà.

Tính kết quả:

$$\text{mgCa/l} = (B \times 0,01M \times 20,04 \times 1000) / V_m$$

trong đó:

B: số ml EDTA tiêu tốn để chuẩn độ mẫu;

0,01M: nồng độ của dung dịch EDTA;

20,04: đương lượng gam của canxi;

1000: hệ số quy về 1 lít.

Phương pháp xác định magie

Magie là thành phần phổ biến của nước tự nhiên, cùng với canxi, magie là thành phần tạo nên độ cứng của nước.

Nồng độ của magie trong nước biến động từ 0 đến hàng trăm mg/l phụ thuộc vào nguồn nước và mức độ xử lý. Thường nồng độ magie cao khi mức độ nhiễm mặn cao.

Phương pháp xác định magie thông thường trong các phòng phân tích hàng loạt là phương pháp chuẩn độ bằng trilon B (EDTA), kết quả tính bằng hiệu số của số liệu xác định tổng canxi và magie với số liệu xác định riêng rẽ canxi.

$$\text{mgMg/l} = [(A - B) \times 0,01M \times 12,2 \times 1000] / V_m$$

trong đó:

A: số ml EDTA tiêu tốn khi chuẩn độ tổng Ca + Mg;

B: số ml EDTA tiêu tốn khi chuẩn độ canxi;

0,01M: nồng độ của dung dịch EDTA;

12,2: đương lượng gam của Mg.

Xác định tổng Ca và Mg bằng phương pháp so màu (thường áp dụng đối với những nguồn nước có độ cứng rất thấp)

Nguyên lý: Khi cho một lượng Mg - EDTA vào nước có chứa cả Ca và Mg thì Mg - EDTA sẽ trao đổi Mg với Ca hoặc các cation khác tương ứng theo phản ứng sau:



Mg tự do sẽ phản ứng với chỉ thị calmagite ở pH = 10 tạo thành phức màu đỏ tím. Kết quả so màu ở bước sóng 522 nm chính là nồng độ của độ cứng tổng.

Hoá chất:

- Dung dịch đệm: Hoà tan 67,6 g NH_4Cl trong 572 ml NH_4OH và định mức đến 1 lít bằng nước cất.
- Dung dịch chỉ thị calmagite: Hoà tan 0,25 g trong 500 ml nước cất và khuấy đều trong 30 phút trên máy khuấy từ sau đó lọc qua giấy lọc.
- Dung dịch monomagnesium ethylenediamine tetraacetate (Mg - EDTA): Hoà tan 0,02 g Mg - EDTA trong nước cất và định mức đến 1 lít.
- Dung dịch gốc tiêu chuẩn canxi carbonate, CaCO_3 (1000 mg CaCO_3 /l): Cân chính xác 1g CaCO_3 (đã được sấy khô ở 105°C) cho vào bình tam giác 500 ml, thêm HCl 1 : 1 đến khi CaCO_3 tan hết. Thêm 200 ml nước cất và đun sôi trong vài phút. Làm lạnh, thêm vài giọt chỉ thị metyl đỏ và dùng NH_4OH 1N để chỉnh đến màu da cam rồi định mức đến 1 lít bằng nước cất (1 ml = 1 mg CaCO_3).
- Dung dịch chuẩn CaCO_3 (10 mg CaCO_3 /l). Pha loãng 100 lần dung dịch gốc nồng độ 1000 mg CaCO_3 /l bằng nước cất ta được dung dịch có nồng độ 10 mg CaCO_3 /l.

- Dung dịch amonium hydroxit, NH_4OH 1N: Lấy 70 ml NH_4OH đặc pha loãng và định mức thành 1 lít bằng nước cất.

Cách xác định:

- Lập đường chuẩn: Từ dung dịch chuẩn CaCO_3 có nồng độ 10 mgCaCO_3/l pha ra các nồng độ từ: 0; 0,1; 0,5; 1; 2;... 10 mgCaCO_3/l trong thể tích 25 ml. Thêm 1 giọt dung dịch Mg - EDTA lắc đều, để yên khoảng 1 - 2 phút. Thêm 1 ml dung dịch đệm (pH = 10) sau đó thêm 1 - 2 giọt chỉ thị calmagite lắc đều (dung dịch có màu đỏ tím) và đem so màu ở bước sóng 522 nm.
- Xác định độ cứng tổng trong mẫu thực: Lấy 25 ml mẫu (hoặc một thể tích mẫu phù hợp sau đó pha loãng thành 25 ml) rồi xác định như cách lập đường chuẩn.

14.6.8. OXY HOÀ TAN (DO)

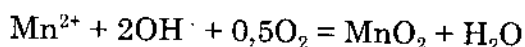
Lượng oxy hoà tan trong nước rất nhỏ, thường khoảng 8 – 10 mg/l phụ thuộc vào nhiệt độ và các quá trình vật lý, hoá học và sinh hóa trong nước. Xác định oxy hoà tan (DO) trong nước là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá độ ô nhiễm chất lượng nước. Hàm lượng oxy hoà tan cao đồng nghĩa với nước ít bị ô nhiễm chất hữu cơ.

Để xác định độ oxy hoà tan trong nước có thể sử dụng các phương pháp sau:

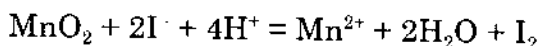
- Phương pháp điện cực màng;
- Phương pháp chuẩn độ hoá học.

Phương pháp chuẩn độ hoá học

Nguyên lý: Trong môi trường kiềm Mn^{2+} bị oxy hoá đến Mn^{4+} (dạng MnO_2) bởi oxy hoà tan trong nước:



Khi có mặt H^+ , Mn^{4+} bị I^- khử đến Mn^{2+}



Dùng $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ chuẩn lượng I_2 giải phóng ra với chỉ thị hồ tinh bột, từ đó xác định được lượng oxy hoà tan qua I_2 .

Hoá chất:

- Dung dịch mangan sunfat MnSO_4 : Hoà tan 1 trong 3 chất sau: 480 g $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; 400 g $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ hoặc 364 g $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ trong nước cất, lọc và định mức đến 1 lít.
- Thuốc thử azid - iodua - kiềm: Hoà tan 500 g NaOH (hay 700 g KOH) và 135 g NaI (hay 150 g KI) trong nước cất và định mức đến 1 lít. Thêm vào dung dịch trên 10 g NaN_3 được hoà tan trong 40 ml nước cất.
- Axit H_2SO_4 đặc 36N.
- Dung dịch chỉ thị hồ tinh bột: Dung dịch 1% trong nước (có thêm vài giọt focmalin để bảo quản được lâu hơn).
- Dung dịch tiêu chuẩn natri thiosunfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025N: Hoà tan 6,205 g $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ trong nước cất và định mức đến 1 lít (có thể thêm 0,4 g NaOH/lít để bảo quản) 1 ml $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025N tương đương 0,2 mg DO.

Cách xác định:

- Lấy 200 ml mẫu vào bình tam giác nút nhám, thêm 2 ml dung dịch mangan sunfat và thêm 2 ml thuốc thử azid - iodua - kiềm.
- Nút bình cẩn thận và lắc lộn ngược vài lần để trộn đều.
- Để lắng cho đến lúc có ít nhất 100 ml đã lắng trong.
- Cẩn thận mở nút bình và cho thêm 2 ml H_2SO_4 đậm đặc (36N) chảy vào theo thành bình.

- Nút cẩn thận bình và lắc lộn ngược cho đến khi hoà tan hoàn toàn.
- Dùng dung dịch natri thiosunfat chuẩn cho đến màu vàng rõm nhạt. Thêm 1 ml hồ tinh bột dung dịch có màu xanh và chuẩn độ tiếp cho đến khi hết màu xanh.

Tính kết quả:

- Lượng oxy hoà tan được tính theo mg/l. Cứ 1 ml dung dịch natri thiosunfat $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025N tương ứng với 0,2 mg DO, nên mỗi 1 ml chuẩn độ tương ứng với 1 mgDO/l khi mẫu nước ban đầu là 200 ml.

Phương pháp điện cực màng

Nguyên lý: Phương pháp điện cực màng dựa theo nguyên lý đo điện thế bằng điện cực chọn lọc. Đó là một phương pháp lý tưởng thích hợp cho việc xác định ngoài hiện trường. Thiết bị đo không rẻ, hơn nữa điện cực màng không bền, dễ bị bẩn gây sai số.

Thiết bị: Sử dụng thiết bị đo oxy hoà tan với điện cực màng nhạy.

Thủ tục xác định:

- Sử dụng máy theo hướng dẫn nơi sản xuất. Kiểm tra điện cực bằng các mẫu nước đã biết DO (mẫu DO tiêu chuẩn).
- Đo mẫu theo sự hướng dẫn sử dụng máy.

Chú ý: Cần bảo dưỡng điện cực hết sức cẩn thận, tránh làm bẩn, khi đo không được có bọt trên màng.

14.6.9. AMONIAC

Amoniac, NH_3 trong nước tồn tại ở hai dạng: NH_3 và NH_4^+ tùy thuộc vào pH của môi trường vì nó là một bazơ yếu. Trong vùng pH thấp nó tồn tại ở dạng ion và ở vùng pH cao nó tồn tại dưới dạng phân tử trung hoà. Tỷ lệ $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$ còn phụ thuộc vào nhiệt độ, ở nhiệt độ thấp cân bằng lệch về dạng ion.

Amoniac trong nước tự nhiên có nguồn gốc từ sự phân hủy sinh hoá các hợp chất hữu cơ chứa nitơ hay sự giải phóng tự nhiên của sinh khối.

Amoniac, NH_3 được coi là độc tố đối với cá ở nồng độ rất nhỏ, NH_3 có tính độc đối với cá cao hơn NH_4^+ . Với nồng độ 0,01 mg/l NH_3 đã gây độc cho cá qua đường máu, nồng độ từ 0,2 - 0,5 mg/l đã gây độc cấp tính. Sự có mặt của NH_3 cùng với photphat thúc đẩy quá trình phú dưỡng của nước và sự phát triển của thủy thực vật.

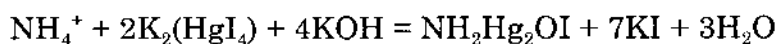
Phân tích amoni là phân tích dạng NH_4^+ - N trong nước hồ, ao... có ý nghĩa quan trọng trong việc đánh giá dinh dưỡng của ao hồ, giúp cho việc xem xét đánh giá nồng độ NH_4^+ đối với các ao hồ khi sử dụng bón phân nitơ.

Các phương pháp thường được sử dụng để xác định NH_4^+ trong nước là:

- Phương pháp so màu dùng thuốc thử Nessler.
- Phương pháp điện thế, sử dụng điện cực chọn lọc amoni và ion meter.

Phương pháp so màu dùng thuốc thử Nessler

Nguyên lý: Thuốc thử Nessler là kali mercury iodua K_2HgI_4 trong dung dịch kiềm có khả năng phản ứng với một lượng rất nhỏ amoni tạo thành phức chất dạng keo màu vàng nâu có công thức $\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{I}_3$ và $\text{Hg}_2\text{ONH}_2\text{I}$ với phương trình phản ứng:



Với lượng NH_4^+ - N nằm trong khoảng từ 0 – 5 mg/l thì $\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{OI}$ có màu vàng nâu. Nếu nồng độ NH_4^+ - N cao hơn thì màu sẽ đậm hơn, đặc biệt là nếu nồng độ NH_4^+ - N rất cao sẽ có hiện tượng tạo thành kết tủa phức hợp màu trắng đục của amoni. Trong trường hợp đó phải điều chỉnh lượng mẫu (pha loãng) sao cho nồng độ nhỏ hơn 5 mg/l.

Sự hình thành phức hợp màu của NH_4^+ - N phụ thuộc vào độ kiềm, nhiệt độ, thời gian, phụ thuộc vào phương pháp chuẩn bị cũng như thời gian kể từ khi pha dung dịch Nessler.

Những yếu tố cản trở trong việc xác định NH_4^+ do những cation có thể tạo thành hydroxit không tan trong nước tự nhiên là canxi, magie, mangan, sắt, do chất hữu cơ và một số chất không tan. Vì vậy cần phải có biện pháp loại bỏ các yếu tố ảnh hưởng bằng cách sử dụng muối Rochelle.

Hoà chất:

- Dung dịch muối Rochelle 50%: Hoà tan 50 g muối kali natri tartrat trong nước cất rồi định mức đến vạch 100 ml, đun sôi cho cạn bớt 20 ml để loại bỏ hết amoniac, làm lạnh và thêm nước cất cho đủ 100 ml.
- *Dung dịch Nessler:*
 - (1) Hoà tan 100 g HgI_2 và 70 g KI trong khoảng 100 ml nước.
 - (2) Hoà tan 160 g NaOH trong khoảng 700 ml nước cất và làm lạnh đến nhiệt độ phòng.
- Rót từ từ dung dịch (1) vào dung dịch kiềm (2), vừa rót vừa lắc hỗn hợp, sau đó định mức đến 1 lít. Để yên vài ngày cho kết tủa hết. Sử dụng phần trong của dung dịch gạn bỏ phần kết tủa. Bảo quản dung dịch trong lọ tối màu, để nơi khô mát.
- *Dung dịch amoni clorua NH_4Cl 500 mgN/l và 10 mgN/l:*
 - Hoà tan 1,908 g amoni clorua NH_4Cl tinh khiết, khan và khô trong nước cất (nước không có N) và định mức đến 1 lít được dung dịch có nồng độ 500 mgN/l.
 - Pha loãng 50 lần dung dịch NH_4Cl 500 mgN/l bằng nước cất ta được dung dịch có nồng độ 10 mgN/l.

Cách xác định:

- Lập đường chuẩn: Từ dung dịch NH_4Cl có nồng độ 10 mgN/l pha ra các nồng độ: 0; 0,2; 0,4; 0,8; 1; 2; 3; 4; 5 mg/l trong thể tích 25 ml, sau đó cho 1 – 3 giọt muối Rochelle lắc đều, thêm 0,5 ml dung dịch Nessler lắc đều và để khoảng 10 phút cho màu phát triển rồi đem so màu với mẫu trắng (mẫu không có amoni) ở bước sóng 410 nm.
- Xác định amoni trong mẫu thực: Lấy 25 ml mẫu (hoặc một thể tích phù hợp rồi pha loãng đến 25 ml), thêm 1 – 3 giọt dung dịch muối Rochelle, thêm 0,5 ml dung dịch Nessler và để 10 phút sau đó đem so màu với mẫu trắng ở bước sóng 410 nm.

Chú ý: Để loại bỏ các yếu tố cản trở như màu sắc, canxi, magie, mangan, sắt, chất hữu cơ và một số chất không tan phương pháp thông thường nhất là tách amoni khỏi các chất cản trở bằng cách cất nó từ một dung dịch kiềm yếu, thủ tục này cũng có tác dụng làm tăng nồng độ amoni. Lựa chọn phương pháp nào chủ yếu tùy thuộc vào nồng độ amoni trong nước. Tuy nhiên phương pháp phù hợp cho hầu hết các loại nước là phương pháp kết tủa. Kẽm hydroxit có khả năng kéo lắng canxi, magie, sắt, chất hữu cơ cũng như một số chất không tan.

Phương pháp điện thế sử dụng điện cực chọn lọc amoni

Nguyên lý: Amoni được xác định bằng phương pháp điện thế sử dụng điện cực chọn lọc amoni và máy đo pH có dải đo rộng hoặc máy đo ion riêng rẽ.

Điện cực amonia sử dụng màng thấm khí kỵ nước ngăn cách dung dịch mẫu và dung dịch amoni clorua (NH_4Cl) ở bên trong. Amonia trong mẫu thấm qua màng và làm thay đổi pH của dung dịch ở bên trong, sự thay đổi pH đó được đo bằng điện cực pH. Mức nồng độ clorua không đổi của dung dịch ở bên trong được đo bằng điện cực chọn lọc clorua, điện cực này được sử dụng là điện cực so sánh.

Lấy và bảo quản mẫu: Mẫu có thể được bảo quản với 2 ml H_2SO_4 đặc/1 lít mẫu và được lưu giữ ở 4°C.

Hoá chất:

- Dung dịch NaOH 10N: Hoà tan 400 g NaOH trong 800 ml nước cất, làm lạnh và định mức đến 1000 ml bằng nước cất.
- Dung dịch gốc amonium clorua, NH_4Cl : Hoà tan 3,819 g NH_4Cl trong nước cất và định mức đến 1000 ml (1 ml = 1 mg NH_3 - N).
- Dung dịch NH_4Cl chuẩn làm việc: Pha loãng 100 lần dung dịch NH_4Cl gốc bằng nước cất. Lấy 10 ml dung dịch gốc pha loãng và định mức thành 1000 ml bằng nước cất (1 ml = 0,01 mg NH_3 - N/l).

Thủ tục xác định:

- Chuẩn bị dung dịch chuẩn: Chuẩn bị một loạt các dung dịch chuẩn có nồng độ thay đổi từ 0,1; 1; 10; 100; 1000 mg NH_3 - N/l bằng cách pha loãng từ dung dịch NH_4Cl gốc và dung dịch làm việc với nước cất.
- Chuẩn máy: Lấy mỗi dung dịch chuẩn 100 ml vào bình 250 ml sạch. Nhúng điện cực vào bình dung dịch có nồng độ thấp nhất và thêm 1 ml dung dịch NaOH 10N lắc đều. Giữ điện cực trong dung dịch cho đến khi máy đọc ổn định là được. Làm tương tự như vậy đối với các dung dịch chuẩn có nồng độ cao dần.
- Xác định amoni trong mẫu thực: Lấy 100 ml mẫu vào bình 250 ml sau đó làm như cách chuẩn với dung dịch chuẩn.

Chú ý:

- pH của dung dịch sau khi thêm NaOH phải lớn hơn 11.
- Điện cực phải được nhúng vào dung dịch trước khi thêm dung dịch NaOH để tránh amoniac có thể thoát ra khỏi dung dịch nền.

14.6.10. NITRIT, NO_2^-

Nitrit là sản phẩm trung gian của quá trình oxy hoá NH_3 thành NO_3^- . Nitrit là hợp chất không bền, nó sẽ bị oxy hoá tiếp tục thành nitrat trong điều kiện quá trình không bị kìm hãm bởi các hợp chất hay quá trình khác. Trong trạng thái thông thường, trong môi trường nước nồng độ của nó rất thấp đặc biệt là nước mặt, thường nhỏ hơn 0,02 mg/l không ảnh hưởng đến chất lượng nước. Nitrit là độc tố đối với cá, tuy vậy nó không độc trực tiếp đối với người.

Người ta cho rằng dẫn xuất của nó, hợp chất nitroso, nitroamin là chất có tiềm năng gây ung thư. Tiêu chuẩn về hàm lượng nitrit của các quốc gia rất khác nhau, ví dụ EU quy định tiêu chuẩn nitrit là 0,1 mg/l, ở Mỹ là 1 mg/l theo nitơ (1 mg NO_2^- tương đương 0,304 mgN), tiêu chuẩn của Tổ chức sức khoẻ thế giới (WHO) năm 2002 là 1,5 mg/l.

Để xác định hàm lượng NO_2^- trong nước người ta dựa trên nguyên tắc: Trong môi trường axit ion NO_2^- diazo – hoá với axit sunfanilic thành hợp chất diazo, kết hợp thêm với α - naphthylamin thành thuốc nhuộm azo màu hồng. Cường độ màu hồng bằng tỷ lệ thuận với hàm lượng nitrit trong nước. Xác định hàm lượng nitrit trong mẫu nước bằng phương pháp so màu ở bước sóng 520 nm.

Hoà chất:

- Dung dịch EDTA: Hoà tan 500 mg EDTA trong 100 ml nước cất.
- Dung dịch axit sunfanilic: Hoà tan 600 mg axit sunfanilic trong 70 ml nước cất nóng, để nguội thêm 20 ml HCl 35% rồi định mức thành 100 ml.
- Dung dịch α - naphthylamin: Hoà tan 600 mg α - naphthylamin vào trong nước cất đã được thêm 1 ml HCl đặc rồi định mức thành 100 ml, dung dịch được bảo quản lạnh 4°C.
- Dung dịch đệm natri axetat: Hoà tan 27,2 g $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ trong 100 ml nước cất.

Dung dịch chuẩn NaNO_2 1000 mgN/l và 10 mgN/l:

- + Cân chính xác 4,927 g NaNO_2 đã được sấy khô ở 110°C pha trong nước cất không có N rồi định mức đến 1 lít (1 ml = 1 mgN).
- + Dung dịch NaNO_2 nồng độ 10 mgN/l: Pha loãng 100 lần dung dịch có nồng độ 1000 mgN/l bằng nước cất không có N ta được dung dịch có nồng độ 10 mgN/l.

Cách xác định:

- Lập đường chuẩn: Từ dung dịch nồng độ 10 mgN/l pha ra các nồng độ từ: 0; 0,5; 1; 1,2; 1,4; 1,8; 2 mgN/l trong thể tích 25 ml. Thêm 0,5 ml EDTA; 0,5 ml axit sunfanilic lắc đều (pH = 1,4) để 3 - 10 phút sau đó thêm 0,5 ml α - naphthylamin và 0,5 ml natri axetat lắc đều, lúc này dung dịch có pH = 2 - 2,5 để 10 - 30 phút cho màu phát triển rồi đem so màu với mẫu trắng (mẫu không có nitrit) ở bước sóng 520 nm.
- Xác định NO_2^- trong mẫu thực: Lấy 25 ml mẫu (hoặc một thể tích phù hợp rồi pha loãng đến 25 ml) sau đó xác định như cách lập đường chuẩn.

14.6.11. NITRAT, NO_3^-

Nitrat trong nước bề mặt thường có trong khoảng 0,1 – 10 mg/l. Nitrat có tác dụng tích cực với cây trồng nhưng có tác dụng tiêu cực đối với môi trường sống của thủy động vật ở nồng độ cao.

Để xác định nitrat người ta thường dùng phương pháp so màu với thuốc thử Brucine.

Nguyên lý: Thuốc thử Brucine trong môi trường axit H_2SO_4 đặc tác dụng với nitrat tạo thành hợp chất có màu vàng. Phương pháp này dựa trên việc đo cường độ màu vàng của hợp chất được tạo thành giữa nitrat và Brucine ở bước sóng 410 nm.

Hoá chất:

- Dung dịch axit H_2SO_4 : Thêm cẩn thận 500 ml H_2SO_4 đặc vào 125 ml nước cất làm mát đến nhiệt độ phòng trước khi sử dụng.
- Dung dịch Brucine sulfanilic axit: Hoà tan 1 g Brucine sulfate và 0,1 g axit sulfanilic trong 70 ml nước cất nóng, thêm 3 ml HCl đặc, làm mát và định mức thành 100 ml với nước cất. Bảo quản trong chai tối màu ở 5°C. Dung dịch sử dụng được vài tháng.
- Dung dịch chuẩn NO_3^- (100 mgN/l): Hoà tan 0,7218 g KNO_3 trong một ít nước cất và định mức đến 1 lít. Bảo quản bằng cách cho thêm 2 ml $CHCl_3$, dung dịch này sử dụng được 6 tháng.
- Dung dịch chuẩn NO_3^- (10 mgN/l): Pha loãng 10 lần dung dịch chuẩn NO_3^- có nồng độ 100 mgN/l bằng nước cất không có nitơ ta được dung dịch có nồng độ 10 mgN/l.
- Dung dịch NaOH 1M: Hoà tan 40 g NaOH trong 1 lít nước cất.

Cách xác định:

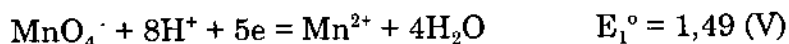
- Lập đường chuẩn: Từ dung dịch có nồng độ 10 mgN/l pha ra các nồng độ: 0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; ... 2 mgN/l trong thể tích 10 ml vào các bình thủy tinh. Để các bình thủy tinh vào chậu nước lạnh (0 - 10°C). Thêm 10 ml dung dịch H_2SO_4 vào mỗi bình, lắc đều và để một lúc cho nhiệt độ trong bình cân bằng với nhiệt độ của chậu nước. Thêm 0,5 ml Brucine sulfanilic vào mỗi bình và lắc đều. Nhấc các bình ra khỏi chậu nước lạnh và cho vào xoong nước nóng 100°C đun chính xác trong 20 phút. Sau đó để nguội rồi đem so màu với mẫu trắng (mẫu không có NO_3^-) ở bước sóng 410 nm.
- Xác định NO_3^- trong mẫu: Điều chỉnh pH của mẫu về khoảng pH = 7. Lấy 10 ml mẫu (hoặc một thể tích phù hợp rồi pha loãng thành 10 ml) vào bình thủy tinh sau đó làm như cách lập đường chuẩn.

14.6.12. HỢP CHẤT HỮU CƠ

Trong nước tồn tại rất nhiều tạp chất hữu cơ có nguồn gốc từ tự nhiên hay nhân tạo: polysacharit, protein, hợp chất hữu cơ có chứa nitơ, axit humic, lipit, phụ gia thực phẩm, chất hoạt động bề mặt, phenol và họ của nó (chất thải của người, động thực vật, chất bảo vệ thực vật, dược phẩm, chất màu, nhiên liệu...), chất hữu cơ tạo phức, hydrocarbon và dẫn xuất của chúng. Chúng có thể được phân loại theo các tiêu chí: tan hay không tan; bay hơi hay không bay hơi; dễ hay khó phân hủy. Một số chất hữu cơ trong nước đóng vai trò cơ chất đối với vi sinh vật, tức là cùng với thức ăn khác (đạm, photphat) oxy (loại ưa khí) chúng tham gia vào quá trình sinh trưởng và hoạt động của tế bào vi sinh, tức là quá trình trao đổi chất.

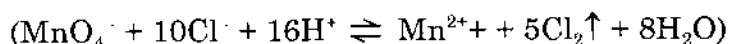
Trong phần lớn trường hợp thực tiễn, việc đánh giá, xác định từng hợp chất hữu cơ riêng rẽ là điều rất khó khăn, tốn kém nên người ta thường chọn một lối thoát là xác định tổng của chất hữu cơ. Thông số tổng được chọn để xác định là tổng hàm lượng carbon trong hợp chất hữu cơ.

Để xác định hàm lượng chất hữu cơ trong nước người ta thường dùng hai loại chất oxy hoá mạnh là $K_2Cr_2O_7$ và $KMnO_4$. Khi chất oxy hoá là $K_2Cr_2O_7$ trong môi trường axit tại $150^\circ C$ thời gian phản ứng trong 2 giờ và xúc tác Ag^+ , lượng $K_2Cr_2O_7$ tiêu tốn trong một đơn vị thể tích nước chính là COD (Cr) (tính theo oxy 1 mgO_2 tương đương 12,33 mg $K_2Cr_2O_7$). Nếu dùng $KMnO_4$ làm chất oxy hoá thì lượng $KMnO_4$ tiêu tốn được gọi là độ oxy hoá hay COD (Mn) (tính theo oxy: 1 mgO_2 tương đương 3,95 mg $KMnO_4$). Đối với các nguồn nước ngầm, nước mặt thông thường người ta xác định nhanh nhu cầu oxy hoá học theo phương pháp $KMnO_4$ trong môi trường axit. Khi đó Mn (VII) bị khử xuống Mn (II):



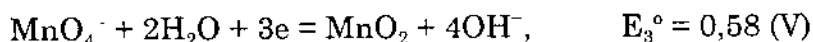
Nếu trong nước có Cl^- sẽ xảy ra phản ứng:



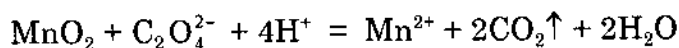
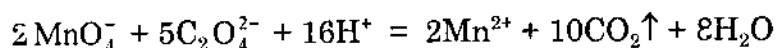


Vì vậy khi nồng độ Cl^- trong nước cao sẽ làm tăng độ oxy hoá của nước ngoài lượng chất hữu cơ cần xác định.

Trong môi trường kiềm, KMnO_4 cũng có phản ứng với chất hữu cơ, Mn(VII) bị khử xuống Mn(IV) ..:



Tuy bị khử xuống hai mức oxy hoá khác nhau nhưng khi được axit hoá bằng H_2SO_4 (mẫu đã thực hiện phản ứng trong môi trường kiềm), bước phản ứng tiếp theo với axit $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ sẽ chuyển tất cả MnO_4^- dư và MnO_2 thành Mn^{2+} :



Vì vậy bản chất của môi trường (axit hay bazơ) không ảnh hưởng đến lượng chất oxy hoá tiêu hao cho phản ứng oxy hoá chất hữu cơ.

So sánh E_1° , E_3° và E_2° cho thấy phản ứng oxy hoá Cl^- với MnO_4^- không xảy ra trong môi trường kiềm mà xảy ra trong môi trường axit, do đó với các mẫu nước có nhiều Cl^- , nếu thực hiện phản ứng oxy hoá trong axit thì COD (Mn) sẽ bị tăng so với giá trị thực.

Vì vậy đối với nguồn nước lợ, mặn trong nuôi trồng thủy sản khi cần phân tích COD (Mn) để đánh giá chất hữu cơ nên phân tích trong môi trường kiềm để tránh ảnh hưởng của Cl^- .

Xác định COD bằng phương pháp kali permanganat

Nguyên lý: Việc xác định COD (Mn) của nước trong môi trường axit (hoặc kiềm) được tiến hành như sau: Cho một lượng dư KMnO_4 0,1N vào mẫu đã axit hoá (hoặc kiềm hóa). Đun sôi 10 phút sau đó mẫu phản ứng trong môi trường kiềm được axit hoá bằng H_2SO_4 . Cho chính xác lượng $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,1N (đúng bằng lượng KMnO_4 đã dùng) vào dung dịch. Chuẩn độ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dư bằng KMnO_4 0,01N.

Hoá chất:

- Dung dịch axit oxalic $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,1N: Hoà tan 4,5 g axit oxalic vào một ít nước cất, lắc đều cho tan, sau đó định mức đến 1 lít. Khi cần để lâu thêm một ít thủy ngân iodua.
- Dung dịch kali permanganat KMnO_4 0,1N: Cân chính xác 3,160 g KMnO_4 hoà tan vào một ít nước cất lắc đều, thêm nước đến 1 lít. Chuẩn lại dung dịch này bằng dung dịch axit oxalic 0,1N.
- Dung dịch KMnO_4 0,01N : Pha loãng 10 lần dung dịch KMnO_4 0,1N ta được dung dịch KMnO_4 0,01N.
- Dung dịch NaOH 1,36 g/ml: Hoà tan 330 g NaOH tinh khiết trong 670 ml nước cất.
- Dung dịch H_2SO_4 1,27 g/ml: Pha loãng một thể tích axit H_2SO_4 đặc với 2 thể tích nước cất.

Cách xác định:

- Lấy 100 ml mẫu (hoặc một thể tích mẫu phù hợp rồi pha loãng thành 100 ml) thêm 3 ml H_2SO_4 đặc (hoặc thêm 0,5 ml NaOH 1,36 g/ml) lắc đều, thêm chính xác 10 ml KMnO_4 0,1Nậy nắp kín và đun sôi trong 10 phút (tính từ lúc sôi). Sau đó mẫu phản ứng trong môi trường kiềm được axit hóa bằng 5 ml H_2SO_4 1,27 g/ml. Cho chính xác 10 ml $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,1N lắc đều rồi chuẩn độ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dư bằng KMnO_4 0,01N. Làm song mẫu trắng với nước cất. 1 ml KMnO_4 0,01N tương đương 80 mgO_2 .

Độ oxy hoá được tính theo công thức sau:

$$\text{COD}_{\text{Mn}} (\text{mgO}_2/\text{l}) = [(V - V_0) \times 80] / V_m$$

trong đó:

V_0 - thể tích KMnO_4 0,01N dùng để chuẩn độ mẫu trắng;

V - thể tích KMnO_4 0,01N dùng để chuẩn độ mẫu thực;

V_m - thể tích mẫu lấy để phân tích.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. C. E. Boyd, C. S. Tucker. Pond aquaculture water quality management. Kluwer Academic publishers. Boston/Dordrecht/London 1998.
2. J. E. Bardach (Ed). Sustainable aquaculture. John Willey & Sons Inc. New York 1997.
3. M. C. M. Beveridge. Cage aquaculture. Second edition. Fishing news book 1996.
4. APHA. Standard methods for water and wastewater examinations. 17th ed. Washington D. C. 1995.

206005



Giá: 68.000đ