

BÁO CÁO TỔNG KẾT

**ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CỦA SINH VIÊN
THAM GIA XÉT GIẢI THƯỞNG "TÀI NĂNG KHOA HỌC TRẺ VIỆT NAM"
NĂM 2013 DÀNH CHO SINH VIÊN**

**NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XỬ LÝ NƯỚC THẢI TỪ
AO NUÔI CÁ TRA THÂM CANH BẰNG CÁC LOẠI
THỰC VẬT THUỘC ĐẰNG THỦY SINH SỐNG
TRÔI NỔI**

Thuộc nhóm ngành khoa học: Khoa học Nông nghiệp (NN)

MỤC LỤC

	Trang
DANH SÁCH BẢNG	iii
DANH SÁCH HÌNH	iii
DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT	iv
PHẦN I	1
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: ĐẶT VẤN ĐỀ.....	1
1.1 Giới thiệu.....	1
1.2 Mục tiêu của đề tài	3
1.3 Nội dung của đề tài	3
CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN TÀI LIỆU	4
2.1 Sơ lược về thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi	4
2.2 Tổng quan về tình hình nuôi cá tra và ảnh hưởng của nước thải cá tra đến môi trường	5
2.2.1 Tình hình nuôi cá tra	5
2.2.2 Ảnh hưởng của nước thải cá tra đến môi trường.....	7
2.3 Đặc tính và thành phần nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh.....	8
2.4 Các biện pháp xử lý nước thải thủy sản	11
2.5 Tổng quan về tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước	12
2.5.1 Trong nước	12
2.5.2 Ngoài nước	14
CHƯƠNG 3: VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	16
3.1 Thời gian và địa điểm nghiên cứu.....	16
3.2 Vật liệu thí nghiệm.....	16
3.2.1 Thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi	16
3.2.2 Nguồn nước thí nghiệm:.....	16
3.2.3 Cá tra thí nghiệm:	17
3.3 Phương pháp nghiên cứu.....	17

3.3.1 Bố trí thí nghiệm:	17
3.3.2 Phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu	19
3.3.3 Phương pháp xử lý số liệu.....	20
PHẦN II.....	21
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN.....	21
CHƯƠNG 1: KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM 1	21
1.1 Nhiệt độ.....	21
1.2 pH.....	22
1.3 Oxy hòa tan (DO).....	23
1.4 Nhu cầu oxy hóa học (COD).....	24
1.5 Nhu cầu oxy sinh học (BOD).....	25
1.6 Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	27
1.7 Tổng chất rắn bay hơi (TVS)	28
1.8 Tổng đạm amoni (TAN)	29
1.9 Nitrat (NO_3^-).....	31
1.10 Tổng đạm (TN)	32
1.11 Lân hòa tan (PO_4^{3-}).....	34
CHƯƠNG 2: KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM 2	37
2.1. Nhiệt độ và pH	37
2.2. Oxy hòa tan (DO).....	37
2.3. Nhu cầu oxy hóa học (COD) và sinh học (BOD)	38
2.4. Tổng đạm amoni (TAN) và nitrat (NO_3^-).....	39
2.5. Tổng đạm (TN)	40
2.6. Lân hòa tan (PO_4^{3-}).....	41
PHẦN III.....	43
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	43
3.1 KẾT LUẬN.....	43
3.2 KIẾN NGHỊ	43
TÀI LIỆU THAM KHẢO	44

DANH SÁCH BẢNG

Trang

Bảng 1: Phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu	19
--	----

DANH SÁCH HÌNH

Hình 1: Thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi	4
Hình 2: Thu thập thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi chuẩn bị cho thí nghiệm	16
Hình 3: Bố trí Thí nghiệm 1	18
Hình 4: Bố trí Thí nghiệm 2	19
Hình 5: Hệ thống thí nghiệm	19
Hình 6: Diễn biến nhiệt độ ở các nghiệm thức	21
Hình 7: Diễn biến pH ở các nghiệm thức	22
Hình 8: Sự biến động oxy hòa tan (DO) ở các nghiệm thức	23
Hình 9: Biến động nhu cầu oxy hóa học (COD) ở các nghiệm thức	25
Hình 10: Biến động nhu cầu oxy sinh học (BOD) ở các nghiệm thức	26
Hình 11: Biến động tổng chất rắn lơ lửng (TSS) ở các nghiệm thức	28
Hình 12: Biến động tổng chất rắn bay hơi (TVS) ở các nghiệm thức	29
Hình 13: Biến động tổng đạm amoni (TAN) ở các nghiệm thức	31
Hình 14: Biến động nitrat (NO_3^-) ở các nghiệm thức	32
Hình 15: Biến động tổng đạm (TN) ở các nghiệm thức	33
Hình 16: Biến động lân hòa tan (PO_4^{3-}) giữa các nghiệm thức	35
Hình 17: Hiệu suất xử lý nước thải cá tra của bèo tai tượng (<i>P. tratiotes</i>).....	36
Hình 18: Diễn biến nhiệt độ (A) và pH (B) ở các nghiệm thức	37
Hình 19: Biến động oxy hòa tan (DO) giữa các nghiệm thức	38
Hình 20: Biến động nhu cầu oxy hóa học (A) và sinh học (B) ở các nghiệm thức.....	39
Hình 21: Sự biến động của tổng đạm amoni (A) và nitrat (B) giữa các nghiệm thức.....	40
Hình 22: Sự biến động của lân hòa tan (PO_4^{3-}) ở các nghiệm thức	41
Hình 23: Hiệu suất xử lý của nghiệm thức bổ sung 25% bèo tai tượng (<i>P. tratiotes</i>)	42

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

BOD: Nhu cầu oxy sinh học

Cd: Cadmium

COD: Nhu cầu oxy hóa học

Cr: Crom

Cu: Đồng

ĐBSCL: Đồng bằng sông Cửu Long

DO: Oxy hòa tan

ISS: Vật chất vô cơ lơ lửng

N: Nitơ

NH₃: Amonia

NH₄⁺: Amonium

N-NO₂⁻: Nitrit

NO₃⁻: Nitrat

OSS: Vật chất hữu cơ lơ lửng

P: Photpho

ppm: Phần triệu

P-PO₄³⁻: Lân hòa tan

TAN: Tổng đạm amoni

TN: Tổng đạm

TP: Tổng lân

TSS: Tổng chất rắn lơ lửng

TVS: Tổng chất rắn bay hơi

Zn: Kẽm

PHẦN I

MỞ ĐẦU

CHƯƠNG 1: ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1 Giới thiệu

Cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) là đối tượng được nuôi chủ lực của vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL). Nuôi cá tra thâm canh trong ao đất sử dụng thức ăn viên công nghiệp đã và đang gây ô nhiễm trầm trọng môi trường nước do lượng thức ăn dư thừa, chất thải dạng phân, chất bài tiết tích tụ lại trong nước và nền đáy ao được bơm thải trực tiếp ra sông ngòi và kênh rạch không qua xử lý. Kết quả là các chất dinh dưỡng, vật chất hữu cơ đã làm suy giảm đáng kể chất lượng nước phía hạ lưu và khu vực xung quanh ao nuôi. Sự phát triển nhanh của nghề nuôi cá da trơn có ảnh hưởng đến chất lượng nước và sự phát sinh dịch bệnh, nhất là khi mực nước sông thấp và dòng chảy chậm trong suốt mùa khô (Nguyen Thanh Phuong, 1998).

Theo nghiên cứu của Trương Quốc Phú (2012) trong quá trình nuôi cá tra chỉ có 42,7% lượng nitơ được cá hấp thụ, còn lại 57,3% bị đào thải ra môi trường ngoài trong đó khoảng 50,4% sẽ lắng tụ và trầm tích dưới lớp bùn đáy và 6,9% hoà tan vào trong nước. Theo ước tính cứ sản xuất ra 1 kg cá tra thì thải ra môi trường 25,2 g nitơ và 12,6 g photpho. Để hạn chế sự tích tụ dinh dưỡng trong ao cá tra người nuôi phải thay nước thường xuyên từ đó làm suy giảm chất lượng nước nguồn. Quy hoạch phát triển đến năm 2020 sản lượng cá tra nuôi tại ĐBSCL sẽ là 1.850.000 tấn thì lượng chất thải tương ứng là 2.368.000 tấn chất hữu cơ, trong đó có 93.240 tấn nitơ; 19.536 tấn photpho và 651.200 tấn BOD (Chi cục Thủy sản Tiền Giang-<http://www.tiengiang.gov.vn>, cập nhật 10/08/2009). Với lượng thải trên nếu không có giải pháp xử lý phù hợp sẽ gây nhiễm trầm trọng các vùng nuôi cá tra nói riêng và môi trường nước vùng ĐBSCL nói chung. Vì vậy, bên cạnh phát triển nghề nuôi cá tra, việc giải quyết vấn đề ô nhiễm môi trường nuôi rất cần thiết cho việc phát triển nền nông nghiệp bền vững trong tương lai.

Thực tế có nhiều biện pháp xử lý nước thải mang lại hiệu quả nhanh chóng như các biện pháp vật lý (lắng, lọc...) hay các biện pháp hóa học (kết tủa, kết bông, ozon...), kể cả việc sử dụng các vi sinh vật để phân hủy. Tuy nhiên, các biện pháp trên cần chi phí cao mới thực hiện được nên việc áp dụng vào cơ sở sản xuất cá tra còn rất hạn chế; do đó việc tìm ra giải pháp mới mang lại hiệu quả và chi phí thấp là cần thiết. Nhiều nhà nghiên cứu đã kết luận các chất thải từ hoạt động nuôi cá tra rất lớn, chủ yếu ở dạng dễ phân hủy sinh học trong điều kiện các khu vực nuôi cá đều nằm trong vùng nông thôn, gần các khu sản xuất nông nghiệp nên giải pháp áp dụng để xử lý nước thải từ hoạt động nuôi cá thiết nghĩ nên hướng về sử dụng công nghệ sinh học tự nhiên và đơn giản (Hiện đại hóa- <http://hiendaihoa.com>, cập nhật 05/08/2010). Thực vật thủy sinh đang là một trong những giải pháp hữu hiệu cho vấn đề nan giải này, vai trò của chúng trong xử lý nước thải đã được nghiên cứu trong và ngoài nước. Trương Thị Nga và ctv. (2007) đã nghiên cứu sử dụng bèo tai tượng (*P. stratiotes*) và bèo tai chuột (*S. cucullata*) để xử lý nước thải từ hoạt động chăn nuôi gia súc và kết quả đạt được rất khả quan. Bèo còn có tác dụng cung cấp oxy làm cải thiện oxy hoà tan trong môi trường nước thải, góp phần làm trong sạch nguồn nước. Một số loại bèo còn được dùng làm phân xanh, thức ăn cho cá, gia súc, gia cầm. Wafaa *et al.* (2007) cho thấy bèo tấm (*L. gibba*) xử lý các chất ô nhiễm trong nước thải một cách hiệu quả; ngoài ra bèo tấm còn có khả năng loại bỏ các hợp chất hữu cơ, một số kim loại nặng, phù sinh vật và một số vi khuẩn bất lợi trong nước thải. Một nghiên cứu gần đây của Châu Minh Khôi và ctv. (2012) cho thấy khả năng xử lý ô nhiễm đạm, lân hữu cơ hòa tan trong nước thải ao nuôi cá tra bằng lục bình (*E. crassipes*) rất đáng kể. Sau 7 ngày trồng lục bình lượng N hữu cơ trong môi trường trồng lục bình giảm 96,8% và lượng P hữu cơ giảm 97%. Từ những nghiên cứu trên cho thấy khả năng làm sạch nước của thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi rất đáng kể. Tuy nhiên những nghiên cứu trước đây chỉ dừng lại ở một hoặc hai loài chưa có nghiên cứu đánh giá, so sánh hiệu quả của nhiều loài; chưa có nghiên cứu đánh giá hiệu quả xử lý dựa trên diện tích che phủ của thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi từ đó có những đề xuất cụ thể trong việc xử lý nước thải đặc biệt là nước thải từ hoạt động nuôi cá tra thâm canh. Xuất phát từ thực tế này, nhóm sinh viên chúng tôi đã thực hiện nghiên cứu: Đánh giá khả năng xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh

bằng bốn loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi khác nhau, bao gồm bèo tai tượng (*Pistia stratiotes*), bèo tai chuột (*Salvinia molesta*), bèo tấm (*Lemna minor*), và lục bình (*Eichhornia crassipes*). Đây là những loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi rất phổ biến ở ĐBSCL.

1.2 Mục tiêu của đề tài

Mục tiêu tổng quát:

Nghiên cứu sử dụng các loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi trong việc xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh, nhằm cải thiện môi trường nước, giảm thiểu ô nhiễm môi trường, góp phần phát triển nghề nuôi cá tra bền vững ở ĐBSCL.

Mục tiêu cụ thể:

Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh của bốn loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi phổ biến; từ đó có những đề xuất sử dụng loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi phù hợp ở mật độ che phủ hợp lý nhằm đạt được hiệu quả tốt trong việc xử lý nước thải từ môi trường nuôi cá tra, góp phần hạn chế ô nhiễm nguồn nước trong khu vực nuôi và chất lượng nước mặt ở ĐBSCL.

1.3 Nội dung của đề tài

Để đạt được mục tiêu đề ra, nghiên cứu thực hiện 2 thí nghiệm thực nghiệm. Thí nghiệm 1 là thực nghiệm so sánh hiệu quả xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh của bốn loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi, bao gồm bèo tai tượng (*P. stratiotes*), bèo tai chuột (*S. molesta*), bèo tấm (*L. minor*), và lục bình (*E. crassipes*). Kết thúc Thí nghiệm 1, loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi cho kết quả xử lý phù hợp được dùng bố trí cho Thí nghiệm 2 nhằm đánh giá hiệu quả xử lý qua diện tích che phủ bề mặt nước thải cá tra thâm canh. Nội dung đề tài sẽ là cơ sở đề xuất áp dụng vào thực tiễn sản xuất. Cải thiện chất lượng nước cho nuôi trồng thủy sản nước ngọt phát triển bền vững.

CHƯƠNG 2: TỔNG QUAN TÀI LIỆU

2.1 Sơ lược về thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi

Lượng phù sa màu mỡ của sông Mekong đã mang lại cho ĐBSCL những thảm thực vật đa dạng. ĐBSCL có diện tích 39.000 km² trong đó đất canh tác và định cư là 24.000 km² còn lại là 5000 km² rừng (đa số là ngập nước), vì vậy lượng thực vật nổi thủy sinh rất phong phú. Trong số đó 4 loài phổ biến nhất là bèo tai tượng (*P. stratiotes*), bèo tai chuột (*S. molesta*), bèo tấm (*L. minor*) và lục bình (*E. crassipes*) (Hình 1).



Hình 1: Thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi (Ảnh: Tác giả, 2012)

Bèo tai tượng (*P. stratiotes*) hay còn gọi là bèo cái, đại phù bình, bèo ván, bèo tía, thủy phù liên, đại phiêu thuộc. Phân họ *Aroideae*, họ *Areceae*, chúng có mặt gần như mọi vùng nước ngọt của khu vực nhiệt đới và cận nhiệt đới thông qua phổ biến tự nhiên hay nhờ con người. Bèo cái là một vị thuốc được dùng trong dân gian, thường dùng ngoài (nước sắc) để rửa mụn nhọt, mẩn ngứa, ho, hen, xuyễn, lợi tiểu tiện. Công dụng của loại bèo này trong xử lý ô nhiễm chưa được nghiên cứu sâu (Học tập và chia sẻ kiến thức-<http://luongk29.blogspot.com>, cập nhật 9/10/2012).

Bèo tai chuột (*S. molesta*) hay bèo tổ ong thuộc họ *Salviniaceae*, sống ở nước ngọt, nổi trên mặt nước, thường mọc ở môi trường nước tĩnh hoặc chảy chậm, loại bèo này

có tốc độ mọc rất nhanh, hình thành nên những thảm dày, che phủ hoàn toàn mặt nước. Bèo tai chuột được dùng lọc nước giếng ăn, lọc nước trong chậu thủy cảnh, một số nơi còn dùng loại bèo này cho lợn ăn (Học tập và chia sẻ kiến thức-<http://luongk29.blogspot.com>, cập nhật 9/10/2012).

Bèo tấm (*L. minor*) là một phân họ trong họ *Aracea*, chúng có nguồn gốc hầu hết ở châu Phi, châu Á, châu Âu và Bắc Mỹ, trong môi trường nước ngọt ở những nơi có dòng nước chảy chậm. Bèo tấm có vai trò quan trọng trong việc khắc phục tình trạng dư thừa các chất dinh dưỡng dạng khoáng; chất dư thừa trong các ao hồ bằng biện pháp sinh học do chúng phát triển nhanh và hấp thụ phần lớn các chất này, cụ thể là các nitrat và photpho, góp phần làm giảm tỷ lệ bay hơi của nước. Ngoài ra bèo tấm còn được dùng làm thức ăn cho cá tra, vịt thả vườn ở những vùng nông thôn (Học tập và chia sẻ kiến thức-<http://luongk29.blogspot.com>, cập nhật 9/10/2012).

Lục bình (*E. crassipes*) còn gọi là bèo tây, thuộc họ *Pontedriaceae*, có xuất xứ từ châu Nam Mỹ, du nhập Việt Nam khoảng năm 1905, do đó trong tiếng Việt mới có tên là bèo tây. Ở dạng tự nhiên, loại bèo này có tác dụng hấp thụ những kim loại nặng (như chì, thủy ngân và strontium). Do đặc thù là vùng sông nước, phương tiện thủy đi lại tập nập trên sông nên người dân ở nhiều vùng nông thôn đã sử dụng lục bình như một công cụ để chắn sóng, chống sạt lở và làm nơi trú ẩn của nhiều loại cá. Khi lục bình đủ lớn, người ta tiến hành chặt lấy thân, phơi khô làm đồ thủ công mỹ nghệ, lá non dùng làm thức ăn cho lợn; lá già, gốc, rễ đem ủ oai mục để làm phân xanh. Bên cạnh đó bèo tây còn được dùng như một bài thuốc dân gian vì nó có công dụng giảm đau ở những vùng da bị sưng (Học tập và chia sẻ kiến thức-<http://luongk29.blogspot.com>, cập nhật 9/10/2012).

2.2 Tổng quan về tình hình nuôi cá tra và ảnh hưởng của nước thải cá tra đến môi trường

2.2.1 Tình hình nuôi cá tra

Đồng bằng sông Cửu Long có khoảng 600.000 ha diện tích mặt nước ngọt, là nơi có tiềm năng rất lớn cho việc nuôi các loài cá nước ngọt như: cá tra, basa, vồ đém, hú, tôm càng xanh, cá rô đồng... trong đó, cá tra (*P. hypophthalmus*) được nuôi chủ lực, là đối tượng sản xuất thủy sản quan trọng hàng đầu ở ĐBSCL và cả nước. Cuối thập

niên 90, nghề nuôi cá tra ở ĐBSCL đã có những bước phát triển đột phá, các nhà khoa học đã thành công trong quy trình sản xuất giống và kỹ thuật nuôi thâm canh đạt hiệu quả cao. Năm 1995, được xem là thời điểm quan trọng đánh dấu sự phát triển của nghề nuôi cá da trơn ở Việt Nam, khi lần đầu tiên cá Basa (*Pangasius bocourti*) được cho sinh sản nhân tạo thành công ở Việt Nam từ công trình nghiên cứu của chuyên gia người Pháp Philip-Cacot và các cán bộ của Khoa Thủy Sản, Trường Đại Học Cần Thơ. Tiếp đến, các loài khác trong họ cá da trơn cũng được cho sinh sản thành công đặc biệt là cá tra (*P. hypophthalmus*). Đến năm 1999 thì quy trình sản xuất giống cá tra đã được phát triển đại trà và kỹ thuật nuôi cá tra thâm canh đã đạt hiệu quả cao trong các mô hình như: nuôi trong bè, nuôi trong ao đất, nuôi đăng quảng. Với năng suất nuôi cá tra trong ao đạt từ 300-500tấn/ha, trong bè có thể đạt đến 100-300kg/m³ nước nuôi bè. Song song đó thị trường của loài cá này đã không ngừng mở rộng ra các thị trường lớn như thị trường Châu Âu, Mỹ, Nhật Bản và Trung Quốc.

Sản lượng cá tra tăng nhanh chóng trong những năm gần đây, theo báo cáo của Tổng cục Thủy sản thì ĐBSCL đang thả nuôi 4.541 ha, đạt sản lượng 533.352 tấn và năng suất trung bình đạt 265,2 tấn/ha; xuất khẩu cá tra trong 5 tháng đầu năm đạt trên 700 triệu USD (Tổng cục Thủy sản-<http://www.fistenet.gov.vn>, cập nhật 28/06/2012). Diện tích nuôi cá tra tập trung tại 10 tỉnh ở ĐBSCL là An Giang, Đồng Tháp, Cần Thơ, Long An, Tiền Giang, Vĩnh Long, Sóc Trăng, Hậu Giang, Kiên Giang, Bến Tre, trong đó thì An Giang, Đồng Tháp và Cần Thơ chiếm sản lượng và diện tích lớn nhất của cả vùng ĐBSCL. Nhiều địa phương ở ĐBSCL xác định kinh tế thủy sản, đặc biệt là nuôi cá tra thâm canh là ngành kinh tế mũi nhọn. Theo quy hoạch phát triển chung cho vùng ĐBSCL thì tốc độ tăng trưởng diện tích vùng trong các năm tới trung bình khoảng 4,2%/năm. Cụ thể đến năm 2010 diện tích nuôi cá tra của vùng đạt 8.600 ha tập trung chủ yếu ở Đồng Tháp là 2.300 ha, An Giang với 2.100 ha. Đến năm 2015, diện tích nuôi cá tra của vùng đạt 11.000 ha và đến năm 2020 là 13.000 ha.

Sự phát triển quá mức của nghề nuôi cá tra đã làm suy thoái nghiêm trọng môi trường. Từ đó, kéo theo vấn đề dịch bệnh đã ảnh hưởng đến sản lượng nuôi. Đây được xem là một trong bốn yếu tố quyết định thành công của nghề nuôi cùng với thức ăn, giống và yếu tố kỹ thuật. Vì vậy, bên cạnh phát triển nghề nuôi cá tra, việc giải

quyết vấn đề ô nhiễm môi trường nuôi rất cần thiết cho việc phát triển nền nông nghiệp bền vững trong tương lai (Tổng cục Thủy sản-<http://www.fistenet.gov.vn>, cập nhật 28/06/2012).

2.2.2 Ảnh hưởng của nước thải cá tra đến môi trường

Mặc dù thức ăn viên công nghiệp được chứng minh là có những ưu điểm và được khuyến cáo sử dụng trong nuôi cá tra. Việc sử dụng rộng rãi thức ăn viên đã và đang gây ra những hậu quả nhất định cho môi trường nuôi và do đó cũng ảnh hưởng đến chính điều kiện nuôi cá của người dân (Lê Thanh Hùng và Huỳnh Phạm Việt Huy, 2006). Thực tế cho thấy, nuôi cá tra theo hình thức thâm canh đã có tác động rất lớn đến môi trường do thức ăn dư thừa, chất thải dạng phân, chất bài tiết tích tụ lại trong nước và nền đáy (Phuong, 1998).

Chất thải từ hoạt động nuôi cá tra thâm canh chủ yếu ở dạng vật chất hữu cơ, vật chất dạng hạt và vật chất dạng lơ lửng gây tích lũy nhiều trong khu vực nuôi cá. Dưới tác động của vi sinh vật và các quá trình phân hủy tự nhiên, chất thải chuyển thành amonia, nitrat, photphat ... các chất khoáng đã kích thích sự phát triển của tảo dẫn đến hiện tượng nở hoa của tảo trong ao. Thêm vào đó, các độc tố phát sinh từ quá trình phân hủy các chất thải trong ao nuôi và sự tàn rụi của tảo làm cho môi trường nuôi nhanh chóng bị suy giảm trầm trọng, từ đó các đối tượng nuôi dễ bị nhiễm bệnh, thiếu oxy hay nhiễm độc tính của các chất chuyển hoá.

Giải pháp cải thiện chất lượng nước trong ao nuôi là thay nước. Như vậy, chất dinh dưỡng, tảo cùng các chất ô nhiễm được mang khỏi ao và được thay thế bằng nguồn nước có chất lượng tốt hơn, có tác dụng cải tạo môi trường nước ao nuôi. Tuy nhiên, đây chỉ là giải pháp tức thời. Với việc loại bỏ những chất thải không được kiểm soát và quản lý trong điều kiện cơ sở hạ tầng phục vụ hoạt động nuôi cá tra phát triển kém, thoát nước không đảm bảo thì chất thải từ khu nuôi này sẽ theo nguồn nước cấp đi vào khu nuôi khác từ đó làm ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt phía hạ lưu và tăng khả năng bùng phát về dịch bệnh (Tổng cục Thủy lợi-<http://www.wrd.gov.vn>, cập nhật 26/08/2010). Ngoài ra, nước thải từ hoạt động này còn ảnh hưởng đến ruộng lúa do nước có chứa hàm lượng nitơ và photpho cao làm cho lúa phát triển nhanh về bộ lá, thân và rễ nên trở bông trễ. Hơn thế nữa, nước thải từ các ao nuôi cá tra thâm canh

hòa lẫn vào nước sinh hoạt ở các sông, ao hồ hay kênh rạch mang theo lượng lớn dinh dưỡng và các chất rắn lơ lửng, nước có độ đục cao sẽ ngăn ánh sáng xuyên qua nước ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo và hệ sinh vật đáy.

Như vậy, để phát triển nuôi thủy sản bền vững, con người có vai trò rất quan trọng trong hệ thống nuôi thủy sản vì con người có thể kiểm soát nguồn vào, phát huy chức năng quản lý hệ thống nuôi và dự đoán được mối quan hệ đối với môi trường bên ngoài hệ thống (Alex và Theresa, 2000). Do vậy, để môi trường nước phục vụ hoạt động nuôi cá tra được đảm bảo bền vững thì biện pháp duy nhất là phải xử lý chất thải trước khi thải ra môi trường.

2.3 Đặc tính và thành phần nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh

Nuôi cá thâm canh sử dụng thức ăn công nghiệp có thành phần dinh dưỡng cao, đặc biệt đạm và photpho là nguồn tác động mạnh đến môi trường. Thức ăn dư thừa và phân cá làm cho hàm lượng chất dinh dưỡng và vật chất hữu cơ lơ lửng trong nước tăng, vì thế lượng tiêu hao oxy sinh hóa học (BOD) và ô nhiễm môi trường tăng (Muir, 1992). Hơn 64% đạm tổng và 77% lân tổng từ thức ăn được thải ra môi trường nước dưới dạng hòa tan và không hòa tan, dạng không hòa tan sẽ lắng tụ ở đáy ao (Udomkarm, 1989). Theo Boyd (1998) việc cung cấp thức ăn trong quá trình nuôi thủy sản sẽ tùy thuộc vào mô hình nuôi và đối tượng nuôi mà có thành phần và khẩu phần thích hợp. Trong thời gian nuôi luôn có một lượng cacbon, nitơ, ammonia, urea, bicarbonate, lân hòa tan, và vitamin đưa vào ao nuôi. Quan trọng hơn là những hợp chất thải của thức ăn và chất lắng gồm những hợp chất của cacbon, nitơ và lân nằm ở lớp bùn đáy. Với lượng chất thải lớn và hàm lượng các chất ô nhiễm khá cao, chất thải từ ao nuôi cá tra đã và đang tác động rất lớn đến môi trường nước, ảnh hưởng tiêu cực không chỉ đến nghề nuôi mà còn tác động đến hoạt động sinh hoạt của người dân.

Ô nhiễm dinh dưỡng sẽ tạo ra hiện tượng phú dưỡng hóa, khi tỷ lệ nitơ và lân lớn hơn 12mg/L thì sự phóng thích phú dưỡng sẽ do lân khống chế. Hậu quả sẽ là sự bùng nổ nở hoa của rong tảo, tăng độ đục nước và có thể tăng tính độc đối với tôm cá do sự phát triển của một số loài tảo độc (Lê Trinh, 1997; trích dẫn bởi Nguyễn Thị Huyền, 2008). Trong thủy vực không bị ô nhiễm thường nitơ nhỏ hơn 1mg/L còn khi trong

hiện tượng tảo nở hoa thì nitơ hữu cơ thường ở nước 2-3mg/L (Boyd, 1998). Nghiên cứu của Lê Bảo Ngọc (2004) đã kết luận rằng TN và TP cuối vụ nuôi tăng rất cao so với lúc mới thả cá. Các nghiên cứu của Yang (2004; trích dẫn bởi Nguyễn Thị Huyền, 2008) khi thử nghiệm nuôi cá da trơn trong 90 ngày cho thấy cá chỉ hấp thu được khoảng 37% hàm lượng N và 45% hàm lượng P trong thức ăn cho vào ao nuôi; như vậy, để đạt được sản lượng trung bình khoảng 200 tấn cá/ha với hệ số chuyển đổi thức ăn FCR là 1,6 cần sử dụng lượng thức ăn tối thiểu là 320 tấn và lượng chất hữu cơ thải ra môi trường là 256 tấn. Mặt khác, theo số liệu thống kê cho thấy mức độ ô nhiễm của vùng nuôi cá tra trên là khá lớn, đặc biệt là chất ô nhiễm dạng N. Có tới 80-82% hàm lượng N hòa tan dưới dạng NH_4^+ . Hàm lượng N-NO_2^- ở tầng mặt ít hơn ở tầng đáy vì ở tầng mặt trong điều kiện nhiệt độ và oxy hòa tan cao dạng đạm này dễ dàng bị oxy hóa thành dạng nitrat (N-NO_3^-). Trong các thủy vực nước ngọt hàm lượng N-NO_3^- có thể lên tới hàng chục ppm. Hàm lượng N-NO_2^- thích hợp cho ao nuôi cá <0,3ppm, và đạm nitrat là 0,2-10mg/L, nitrat là một trong những dạng đạm được thực vật hấp thu dễ dàng nhất, không độc hại đối với thủy sinh vật (Boyd, 1998). Hàm lượng TAN của ao nuôi cá tra thâm canh thấp ở tháng thứ nhất và cao nhất là 2,86mg/L ở tháng thứ ba của vụ nuôi, N-NH_3 có tính độc cao đối với thủy sinh vật, biến động trong môi trường nước bởi yếu tố pH và nhiệt độ nhất là khi môi trường nước có pH cao (Lê Bảo Ngọc, 2004).

Photphat là chất dinh dưỡng cần thiết cho sự phát triển của rong tảo, có trong protein thực vật và khó tiêu hóa được trong dạ dày của động vật (Hardy, 1999). Hàm lượng photphat cao sẽ tạo điều kiện cho tảo phát triển mạnh và dễ gây ô nhiễm. Theo Lê Bảo Ngọc (2004) hàm lượng P-PO_4^{3-} ở các ao nuôi cá tra thâm canh tăng dần về cuối vụ nuôi và khá cao ở thời điểm thu hoạch ($1,66 \pm 0,18 \text{mg/L}$). 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 (Lê Văn Cát và *ctv.*, 2006). Lân hòa tan không gây ảnh hưởng trực tiếp lên cá nhưng khi ở hàm lượng cao, dễ gây ra hiện tượng nở hoa của tảo dẫn đến tình trạng thiếu hụt trầm trọng oxy hòa tan vào ban đêm.

Theo tiêu chuẩn ngành thủy sản (2002) thì COD của ao nuôi cá tra phải nhỏ hơn 10mg/L. Nghiên cứu của Boyd (1998) đã khẳng định COD trong ao nuôi thường có

giá trị từ >10 đến $<200\text{mg/L}$, thường thì COD dao động từ 40 đến 80mg/L và BOD dao động từ 5 đến 20mg/L . Môi trường ao nuôi có hàm lượng COD và BOD cao thì tỉ lệ mắc bệnh với mầm bệnh cao hơn. Theo Huỳnh Trường Giang và *ctv.* (2008) thì môi trường nước của các ao nuôi cá có hàm lượng BOD và phần trăm hàm lượng hữu cơ lơ lửng cao, các muối dinh dưỡng hòa tan như NO_3^- , PO_4^{3-} đạt giá trị cao từ tháng nuôi 4 cho đến khi thu hoạch. Kết quả phân tích cho thấy thì hàm lượng BOD trong các ao nuôi cá Tra dao động rất lớn từ $1,9\text{-}23\text{mg/L}$.

Theo Lê Bảo Ngọc (2004) vào những tháng cuối vụ nuôi, khi khối lượng cá trong ao tăng, lượng thức ăn sử dụng cho ao nhiều, vật chất hữu cơ trong ao cao sẽ làm nhu cầu oxy của ao tăng và dẫn đến oxy hòa tan thấp. Theo Trương Quốc Phú và Yang Yi (2003) thì phần trăm vật chất hữu cơ lơ lửng chứa trong tổng vật chất lơ lửng (TSS) biến động từ 36,6 đến 48,9%, cho thấy các phần tử hữu cơ có nguồn gốc từ thức ăn đã làm tổng vật chất hữu cơ lơ lửng tăng lên dẫn đến chất rắn lơ lửng trong nước nhiều cản trở quá trình chiếu sáng qua nước làm ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo gây thiếu oxy trong nước. Tuy nhiên, cá tra là loài có khả năng hô hấp khí trời, khi oxy xuống thấp thì cá có thể lấy oxy qua cơ quan hô hấp phụ. Theo Trần Bình Tuyên (2000), hàm lượng oxy từ 4,2-9 ppm là khoảng thích hợp cho sự sinh trưởng của cá tra bần. Hàm lượng thích hợp cho ao nuôi cá tra thâm canh là 3,5-6,5 ppm. Theo Huỳnh Trường Giang và *ctv.* (2008), DO dao động trong các ao nuôi cá tra ở An Giang từ 0,44-15,9mg/L. Kết quả nghiên cứu của Dương Thúy Yên (2003) cho thấy DO thích hợp cho nuôi cá tra trong ao là trên 2mg/L .

Nuôi cá tra thâm canh ở đồng bằng sông Cửu Long có nhiều tiềm năng để phát triển. Tuy nhiên, nếu phát triển như hiện nay chỉ chú trọng phát triển về diện tích và năng suất nuôi để thu lợi nhuận mà bỏ quên vấn đề ô nhiễm môi trường thì với tình trạng này, suy thoái môi trường do nuôi cá sẽ tác động mạnh đến nghề nuôi và làm cản trở lớn nhất cho việc phát triển nghề nuôi trong thời gian tới. Vì vậy, để nghề nuôi cá tra phát triển bền vững, ngay bây giờ song song với quy hoạch phát triển nghề nuôi cần chú trọng đến vấn đề bảo vệ môi trường, trong đó đặc biệt quan trọng là phải nghiên cứu đưa ra các giải pháp hợp lý, có tính thực tiễn cao để xử lý các chất thải phát sinh trong quá trình nuôi cá tra (Chi cục Thủy sản Tiền Giang-<http://www.tiengiang.gov.vn>, cập nhật 10/08/2009).

2.4 Các biện pháp xử lý nước thải thủy sản

Sự phát triển của các mô hình nuôi thủy sản thâm canh thường dẫn đến nguy cơ ô nhiễm môi trường do nguồn nước thải và bùn thải tích tụ trong ao. Để xử lý nguồn chất thải từ nuôi cá thâm canh các nhà khoa học đã nghiên cứu các biện pháp để xử lý nhằm làm giảm nguy cơ gây ô nhiễm môi trường. Những biện pháp xử lý được áp dụng như vật lý: lắng, lọc, xiphong, sử dụng tia cực tím,...; hóa học: xử lý bằng phương pháp Purolite tốc độ cao, sử dụng ozon, các biện pháp kết tủa, kết bông,...; sinh học: tận dụng bùn thải và nước thải cho sản xuất nông nghiệp, xử lý bằng phương pháp hiếu khí, kỵ khí; xử lý bằng hệ thực vật như sử dụng tảo, thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi hay các biện pháp hồ sinh học, hồ sục khí,... Trong đó hệ thống xử lý đất ngập nước kiến tạo là phương pháp hiệu quả kết hợp cả ba biện pháp vật lý, hóa học và sinh học. Vật lý: lắng do trọng lực, các hạt được lọc cơ học khi nước chảy qua lớp lọc, qua tầng rễ; lực hấp dẫn giữa các phân tử; sự bay hơi NH_3 từ nước thải; hóa học: tạo thành các hợp chất, hấp phụ trên bề mặt lớp lọc và bề mặt thực vật, phân hủy hoặc biến đổi của các hợp chất kém bền bởi các tác nhân như tia tử ngoại, oxy hóa ...; sinh học: các chất hữu cơ hòa tan được phân hủy bởi các vi sinh vật đáy và vi sinh vật bám dính trên thực vật. Có sự nitrát hóa và phản nitrát hóa do tác động của vi sinh vật; dưới các điều kiện thích hợp, một khối lượng đáng kể các chất ô nhiễm sẽ được thực vật hấp thụ; sự phân hủy tự nhiên của các chất hữu cơ trong môi trường (Ngô Thụy Diễm Trang và Hans Brix, 2012).

Một trong những biện pháp hóa học được đánh giá cao hiện nay là phương pháp Purolite tốc độ cao trong xử lý nước thải thủy sản. Phương pháp xử lý cao phân tử xử lý các chất ô nhiễm lơ lửng hay hòa tan trong nước sau khi được xử lý bằng các hóa chất sẽ lắng xuống đáy và được loại ra ngoài. Bên cạnh ao nuôi thủy sản, cho đào một mương đất và một hồ thu bùn. Chiều dài mương dẫn không nhỏ hơn 12 m và được lót bạt hoặc nylon. Ba loại hóa chất dùng cho xử lý nước được bố trí theo hệ thống mương dẫn. Nước từ ao nuôi được bơm lên mương dẫn đi qua các loại hóa chất được bố trí. Sau khoảng 5 phút, cặn bã ô nhiễm lắng xuống đáy và đi qua hồ thu bùn. Nước đã được xử lý theo mương dẫn trở lại vào ao đang xử lý, cứ thế liên tục đến khi nước trong ao nuôi trong trở lại. Nước sau khi xử lý có pH 7,3; hàm lượng TSS; BOD₅; NH_3 ; TP tương ứng là 15mg/L; 7mg/L; 0,15mg/L và 0,13mg/L. Kết quả kiểm tra của

Trung tâm ứng dụng và chuyển giao khoa học công nghệ An Giang cho thấy nước xử lý đạt các yêu cầu cơ bản của nước loại A (TCVN 5945:2005) (Thủy sản & Nông nghiệp-<http://www.vietlinh.com.vn>, cập nhật 23/09/2012).

Gần đây các nhà khoa học rất quan tâm đến sự ô nhiễm chất dinh dưỡng từ nuôi trồng thủy sản và đề xuất các biện pháp để xử lý chất thải từ nuôi thủy sản (Metcalf và Eddy, 1991). Tuy nhiên, việc lắp đặt hệ thống xử lý cho trại nuôi cá ở quy mô lớn chi phí rất cao. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh biện pháp sinh học là phương pháp xử lý nước thải mang lại hiệu quả và có tính khả thi cao. Đặc biệt là phương pháp bổ sung thực vật thủy sinh vào bể xử lý, trong đó thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi là đối tượng được quan tâm nhất hiện nay. Một số nghiên cứu đã chứng minh thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi có nhiều lợi ích trong xử lý nước thải sinh hoạt, chăn nuôi và thủy sản. Rễ của chúng là giá bám cho vi khuẩn phát triển, lọc và hấp thu chất rắn, thêm vào đó lá sẽ hấp thu ánh sáng mặt trời cho quá trình quang hợp, chuyển oxy từ lá xuống rễ, làm giảm sự phát triển của tảo và ảnh hưởng của gió lên bề mặt xử lý. Vì vậy, phương pháp lọc sinh học vừa mang lại hiệu quả xử lý dinh dưỡng vừa cung cấp oxy cho nước, dễ thực hiện và chi phí thấp.

2.5 Tổng quan về tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước

2.5.1 Trong nước

Nghề nuôi cá tra hiện nay thâm canh hóa ngày càng cao và kỹ thuật không ngừng được cải tiến. Tuy nhiên, có sự khác biệt về trình độ kỹ thuật của người nuôi cũng như sự thay đổi môi trường nước nuôi nên dịch bệnh thường xuyên xảy ra làm giảm hiệu quả kinh tế các mô hình nuôi. Việc nuôi cá da trơn thâm canh trong bể hoặc ao sử dụng hoàn toàn thức ăn chế biến (Phuong, 1998) và sản phẩm thải đi trực tiếp vào nước sông, kênh rạch... Kết quả là các chất dinh dưỡng, vật chất hữu cơ đã làm giảm chất lượng môi trường nước phía hạ lưu của bể nuôi cũng như xung quanh vùng ao nuôi (Pillay, 1992). Trong khi có rất nhiều nghiên cứu được thực hiện trên lĩnh vực sản xuất giống, ương giống, dinh dưỡng và thức ăn, thì việc nghiên cứu về môi trường còn rất ít được quan tâm. Ngoài ra nghiên cứu về chất thải từ các hệ thống nuôi cá da trơn và ảnh hưởng của nó đến môi trường cũng chưa được đẩy mạnh. Nghiên cứu lượng chất thải và những tác động của chúng đối với môi trường xung

quanh là cần thiết. Việc xử lý nước thải từ các hệ thống nuôi cá da trơn thâm canh cũng chưa được quan tâm và chú trọng ở các khu vực nuôi cá hiện nay ở ĐBSCL. Các nghiên cứu sử dụng hệ thống đất ngập nước chảy ngầm kiến tạo để xử lý nước thải trong nuôi cá tra cho hiệu quả xử lý khá cao (Ngô Thụy Diễm Trang và ctv., 2012). Người dân ở xã Thạnh Mỹ Tây, huyện Châu Phú, tỉnh An Giang sử dụng nước thải từ ao nuôi cá tra để tưới cho lúa với tỷ lệ 3 ha nuôi cá tưới cho 51 ha lúa đem lại hiệu quả rõ rệt, (Chi cục Thủy sản Tiền Giang-<http://www.tiengiang.gov.vn>, cập nhật 10/2009). Các thử nghiệm của người dân là một trong những hướng có triển vọng để giải bài toán xử lý lượng nước thải khổng lồ từ hoạt động nuôi cá tra thâm canh. Tuy nhiên, đây cũng chỉ là những mô hình thử nghiệm, cần phải có những nghiên cứu khoa học cụ thể để khuyến cáo người dân sử dụng đạt hiệu quả cao cả về kinh tế và môi trường.

Trong nghiên cứu khả năng xử lý ô nhiễm đạm, lân hữu cơ hòa tan trong nước thải ao nuôi cá tra bằng lục bình (*E. crassipes*) và cỏ Vetiver (*Vetiver zizanioides*) được thực hiện bởi Châu Minh Khôi và ctv. (2012). Kết quả cho thấy sau 7 ngày trồng lục bình và cỏ Vetiver lượng N hữu cơ trong môi trường trồng lục bình còn lại 0,16 mg so với 5 mg ban đầu, giảm 96,8%, còn lượng N hữu cơ trong môi trường trồng cỏ Vetiver còn lại 2,07 mg so với 5 mg ban đầu, giảm 58,6%. Tương tự sau 7 ngày trồng lượng P hữu cơ trong môi trường có lục bình còn lại 0,13 mg so với 5 mg ban đầu, giảm 97%, đối với môi trường trồng cỏ Vetiver, hàm lượng P hữu cơ hòa tan còn lại 0,3 mg so với 5 mg ban đầu, giảm 94 %. Một nghiên cứu khác của Dương Thị Hoàng Oanh (2012) trong ứng dụng tảo *Spirulina platensis* để xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra, nước thải biogas và nước thải sinh hoạt để giảm thiểu ô nhiễm môi trường, cải thiện chất lượng môi trường nước trong nuôi trồng thủy sản và các hoạt động khác. Nghiên cứu đã chứng minh tảo *S. platensis* có thể phát triển tốt trong các nguồn nước thải từ ao cá tra, nước thải biogas và nước thải sinh hoạt. Ngoài ra tảo có thể làm giảm các chất ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt một cách hiệu quả nhất trong đó hàm lượng TAN giảm 96,2%, NO_3^- giảm 76,1%, PO_4^{3-} giảm 98,1%, COD giảm 72,5%. Nghiên cứu xử lý nước thải bằng rau ngổ và lục bình được thực hiện tại tỉnh Hậu Giang trong thời gian 9 tháng nhằm khảo sát độ đục, hàm lượng COD, tổng nitơ, tổng photphat trong nước chăn nuôi và đánh giá hiệu quả xử lý nước thải của rau ngổ và lục bình

thông qua sự tăng trưởng cũng như khả năng hấp thụ đạm, lân, kim loại nặng của hai loại rau này trong nước thải. Kết quả về đặc điểm sinh học cho thấy rau ngổ và lục bình có khả năng thích nghi và phát triển tốt trong môi trường nước thải. Phân tích hàm lượng kim loại nặng trong rau ngổ, lục bình, nước ao thí nghiệm và bùn, kết quả cho thấy Cu, Zn, Cd, Cr trong nước thải xả ra môi trường đạt loại A so TCVN5942 – 1995. Đối với rau ngổ các kim loại nặng có xu hướng tích lũy trong rễ nhiều hơn thân lá (Chi cục Thủy sản Tiền Giang-<http://www.tiengiang.gov.vn>, cập nhật 10/2009). Theo Lê Văn Cát và ctv. (2006) lục bình (*E. crassipes*) có thể hấp thụ 3,4 kg nitơ/ngày/ha và 0,43 kg photpho/ngày/ha. Lục bình thì ngược lại, hấp thụ và tích lũy trong thân lá lại cao hơn trong rễ (Lê Hoàng Việt và Nguyễn Xuân Hoàng, 2004). Trương Thị Nga và ctv. (2007) đã nghiên cứu sử dụng bèo tai tượng (*P. stratiotes*), bèo tai chuột (*S. molesta*) để xử lý nước thải từ hoạt động chăn nuôi gia súc và kết quả đạt được rất khả quan. Hiệu suất xử lý BOD là 75%, COD là 44%, TN đạt từ 80% đến hơn 95%, còn TP trên 90%.

2.5.2 Ngoài nước

Năm 1995, khi dự án cá da trơn Châu Á (Catfish Asia Project) được thực hiện ở các nước vùng Đông Nam Á thì ngoài những nghiên cứu về phân loại còn có các nghiên cứu trên những lĩnh vực sinh sản nhân tạo, ương ấu trùng, dinh dưỡng và thức ăn, chọn giống và bệnh... Việc xử lý ô nhiễm cũng chưa được nghiên cứu nhiều (Tạ Văn Phương, 2006). Tại Thái Lan, các nhà khoa học đã sử dụng giải pháp nuôi tuần hoàn cá da trơn trong điều kiện thí nghiệm, bao gồm nước thải từ bể nuôi cá tra chuyển sang bể nuôi cá rô phi, sau 3-7 ngày được tuần hoàn lại vào bể nuôi cá tra, cho hiệu quả kinh tế và môi trường. Tại Đại học Clemson - Mỹ cũng đã sử dụng hệ thống tuần hoàn để xử lý nước thải từ khu nuôi cá da trơn và tận dụng chất dinh dưỡng trong nguồn nước thải để nuôi tảo thu sinh khối sử dụng cho các mục đích năng lượng (Chi cục Thủy sản Tiền Giang-<http://www.tiengiang.gov.vn>, cập nhật 10/2009). Barry (1998 ; trích dẫn bởi Giang, 2008) nghiên cứu xử lý nước ao nuôi cá rô phi lai (*Oreochromis mossambicus* × *O. urolepis hornorum*) bằng lục bình (*E. crassipes*) và rau muống (*Ipomea aquatica*). Kết quả cho thấy lục bình đã hấp thụ 90% và rau muống hấp thụ 7% đạm vô cơ hòa tan (ammonia và nitrate). Một nghiên cứu khác của Janjit và et al. (2006) trong sử dụng 21 loại thực vật thủy sinh (trong đó có 3 loại

thực vật thượng đẳng) để xử lý nước thải trong hệ thống đất ngập nước kiến tạo đã kết luận rằng thực vật thủy sinh có khả năng loại bỏ dinh dưỡng gần như hoàn toàn từ nước thải sinh hoạt sau 14 ngày. Thêm vào đó hiệu quả xử lý của thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi phụ thuộc vào những yếu tố vật lý như hình dạng của lá, chiều cao.

CHƯƠNG 3: VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1 Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 06/2012-05/2013. Thí nghiệm được bố trí tại trại thực nghiệm. Mẫu được bảo quản và phân tích tại Phòng thí nghiệm phân tích chất lượng nước.

3.2 Vật liệu thí nghiệm

3.2.1 Thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi

Bèo tai tượng (*P. stratiotes*), bèo tai chuột (*S. molesta*), bèo tấm (*L. minor*), và lục bình (*E. crassipes*) sử dụng cho nghiên cứu được thu thập từ một số thủy vực nước ngọt. Thực vật thượng thủy sinh trưởng thành, không bị sâu bệnh được thu và chuyển về trại thực nghiệm; loại bỏ những phần lá hư, tổn thương cho vào bể để ương dưỡng 1 tuần trước khi tiến hành bố trí thí nghiệm.



Hình 2: Thu thập thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi chuẩn bị cho thí nghiệm

(Ảnh: Tác giả, 2012)

3.2.2 Nguồn nước thí nghiệm:

Nước thải từ ao nuôi cá tra được chuyên chở từ ao nuôi cá tra thâm canh 5 tháng nuôi. Nước thải được trộn đều, phân tích các yếu tố môi trường trước khi bố trí vào các bể của thí nghiệm. Nước ngọt sử dụng trong thí nghiệm là nguồn nước máy thành phố trong trại thực nghiệm, được xử lý dư lượng chlorin trước khi sử dụng cho việc thay nước cá.

3.2.3 Cá tra thí nghiệm:

Cá tra giống 100g/con được mua và thuần dưỡng trong 2 tuần trước khi bố trí thí nghiệm. Cá được cho ăn thức ăn viên công nghiệp ngày 2 lần theo nhu cầu của cá. Cá đều cỡ, không xây xát, dị hình được chọn lựa cẩn thận trước khi bố trí.

3.3 Phương pháp nghiên cứu

3.3.1 Bố trí thí nghiệm:

Nghiên cứu bao gồm 2 thí nghiệm:

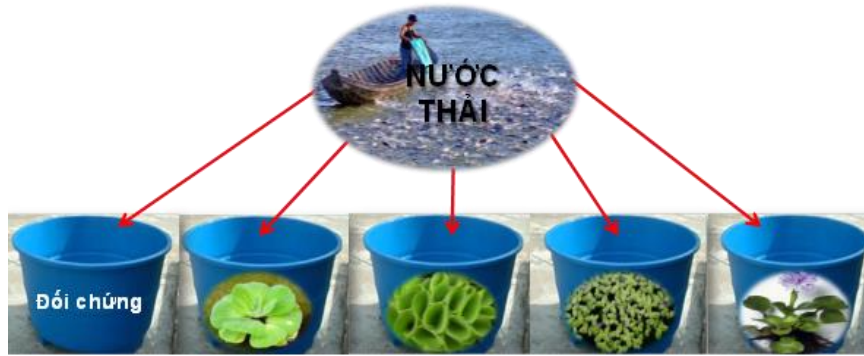
Thí nghiệm 1: So sánh khả năng xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh bằng các loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi khác nhau

Mục đích của thí nghiệm là tìm ra khả năng xử lý dinh dưỡng từ các loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi khác nhau. Đây là cơ sở quan trọng cho việc chọn lọc loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi xử lý hiệu quả nhất cho thí nghiệm tiếp theo.

Thí nghiệm được bố trí trong bể composite 500-L, mỗi bể chứa 400 lít nước thải từ ao nuôi cá tra. Trong quá trình thí nghiệm không thêm nước bổ sung vào lượng nước mất đi do thu mẫu hay bốc hơi. Bốn loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi được bố trí ở mật độ 50% diện tích bề mặt che phủ. Nghiệm thức không sử dụng thực vật thượng đẳng thủy sinh để xử lý được xem như là nghiệm thức đối chứng. Như vậy, nghiên cứu bao gồm 5 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần.

- + Nghiệm thức 1: Đối chứng (không bổ sung thực vật thủy sinh trong bể xử lý)
- + Nghiệm thức 2: Bèo tai tượng (*P. stratiotes*)
- + Nghiệm thức 3: Bèo tai chuột (*S. molesta*)
- + Nghiệm thức 4: Bèo tấm (*L. minor*)
- + Nghiệm thức 5: Lục bình (*E. crassipes*)

Chỉ tiêu theo dõi: Nhiệt độ, pH, DO, TSS, TVS, COD, BOD, N-NH_4^+ , N-NO_3^- , P-PO_4^{3-} , và TN. Mẫu được thu vào các ngày 0 (ngày đầu bố trí thí nghiệm), 3, 6, 9, 12 ngày để ghi nhận biến động của các chỉ tiêu theo dõi trong suốt thí nghiệm. Sơ đồ bố trí thí nghiệm được mô tả như Hình 3.



Hình 3: Bố trí Thí nghiệm 1

Thí nghiệm 2: Đánh giá hiệu quả xử lý nước thải từ cá tra thâm canh qua phần trăm diện tích che phủ bề mặt nước của thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi.

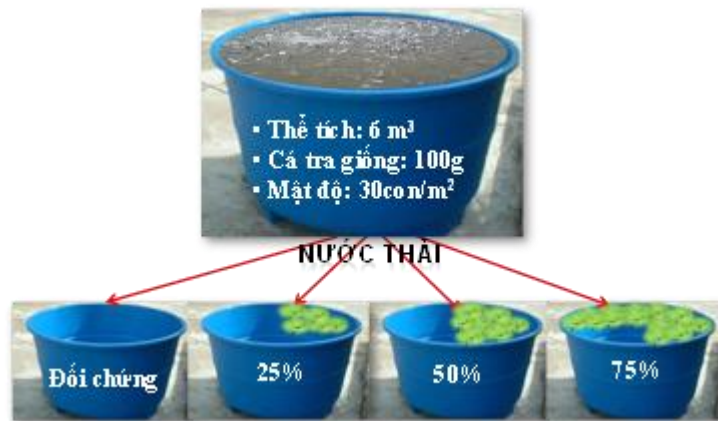
Mục đích của thí nghiệm là thực nghiệm xác định diện tích che phủ bề mặt nước thải cá tra thâm canh của thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi cho hiệu quả xử lý tốt nhất. Từ đó làm cơ sở để khuyến cáo ứng dụng thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi vào thực tiễn xử lý nước thải cá tra thâm canh một cách hiệu quả nhất.

Cá tra trọng lượng 100g/con được nuôi trong bể composite 6 m³ với mật độ 30 con/m². Cá được cho ăn hàng ngày bằng thức ăn viên dành riêng cho cá tra Cargill (28% CP) với liều lượng theo nhu cầu của cá. Cá tra được thay nước 30% với chu kỳ 3 ngày/lần. Nước thải từ bể nuôi cá tra được chuyển sang các bể 500-L đã chuẩn bị loài thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi hiệu quả nhất trong Thí nghiệm 1, bố trí ở các phần trăm diện tích che phủ khác nhau: 25, 50 và 75% để xử lý. Nghiệm thức không sử dụng thực vật thủy sinh được xem như là nghiệm thức đối chứng. Như vậy, thí nghiệm gồm có 4 nghiệm thức, 3 lần lặp lại.

- + Nghiệm thức 1: Đối chứng (không bổ sung thực vật thủy sinh)
- + Nghiệm thức 2: Che phủ 25% bề mặt nước thải
- + Nghiệm thức 3: Che phủ 50% bề mặt nước thải
- + Nghiệm thức 4: Che phủ 75% bề mặt nước thải

Chỉ tiêu theo dõi: nhiệt độ, pH, DO, COD, BOD, TAN, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻ và TN. Mẫu nước được thu và phân tích vào các thời điểm 0, 3 và 6 ngày. Sinh khối thực vật thủy

sinh tăng lên được loại bỏ để duy trì diện tích che phủ trong suốt thí nghiệm. Sơ đồ bố trí thí nghiệm được mô tả như Hình 4.



Hình 4: Bố trí Thí nghiệm 2

Thực tế chưa có nghiên cứu về hiệu quả xử lý nước thải dựa trên phần trăm diện tích che phủ bề mặt, thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi che phủ 25, 50, và 75% giúp cho việc kiểm soát và duy trì diện tích che phủ ban đầu dễ dàng hơn bằng việc loại bỏ sinh khối thực vật tăng lên sau các ngày thu mẫu. Trong quá trình thí nghiệm không thêm nước bổ sung vào lượng nước mất đi do thu mẫu hay bốc hơi.



Hình 5: Hệ thống thí nghiệm (Ảnh: Tác giả, 2012)

3.3.2 Phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu

Bảng 1: Phương pháp thu, bảo quản và phân tích mẫu

Chỉ tiêu	Dụng cụ	Phương pháp bảo quản	Phương pháp phân tích
DO (mg/L)	Lọ nút mài nâu 125ml.	- 1ml MnSO_4 - 1ml KI - NaOH	Winkler (APHA <i>et al.</i> , 1995).
Nhiệt độ	Nhiệt kế		Đo và ghi nhận số liệu trực tiếp

Chỉ tiêu	Dụng cụ	Phương pháp bảo quản	Phương pháp phân tích
(°C)	0-50 °C		
pH	Máy đo pH HANNA		Đo và ghi nhận số liệu trực tiếp
COD (mg/L)	Lọ nút mài trắng 125 ml.	2 ml H ₂ SO ₄ 4M.	Hoàn lưu kín (APHA <i>et al.</i> , 1999).
BOD (mg/L)	Chai nhựa 1 lít	Trữ lạnh <10 °C	Winkler (APHA <i>et al.</i> , 1999).
N - NO ₃ ⁻ (mg/L)	Chai nhựa 1 lít	Trữ lạnh <10 °C	Khử Cd và so màu theo pp Diazonium (APHA <i>et al.</i> , 1999).
N- NH ₄ ⁺ (mg/L)	Chai nhựa 1 lít	Trữ lạnh <10 °C	Phenate (APHA <i>et al.</i> , 1999).
P-PO ₄ ³⁻ (mg/L)	Chai nhựa 1 lít	Trữ lạnh <10 °C	SnCl ₂ (APHA <i>et al.</i> , 1999).
TN	Chai nhựa 1 lít	Trữ lạnh <10 °C	Công phá Kjeldahl và so màu bằng phương pháp Phenate (APHA <i>et al.</i> , 1999).
TSS và TVS	Chai nhựa 1 lít	Trữ lạnh <10 °C	Lọc giấy lọc Whatman GF 47, Ø 0,45µm. Sấy ở 105 °C và đốt ở 500 °C (APHA <i>et al.</i> , 1999).

3.3.3 Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu được ghi nhận và tính trung bình, độ lệch chuẩn theo từng nghiệm thức bằng Microsoft Excel 2010. Số liệu được so sánh thống kê bằng phần mềm SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, Mỹ) với ANOVA một nhân tố để so sánh độ sai biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở mức $p < 0,05$.

PHẦN II

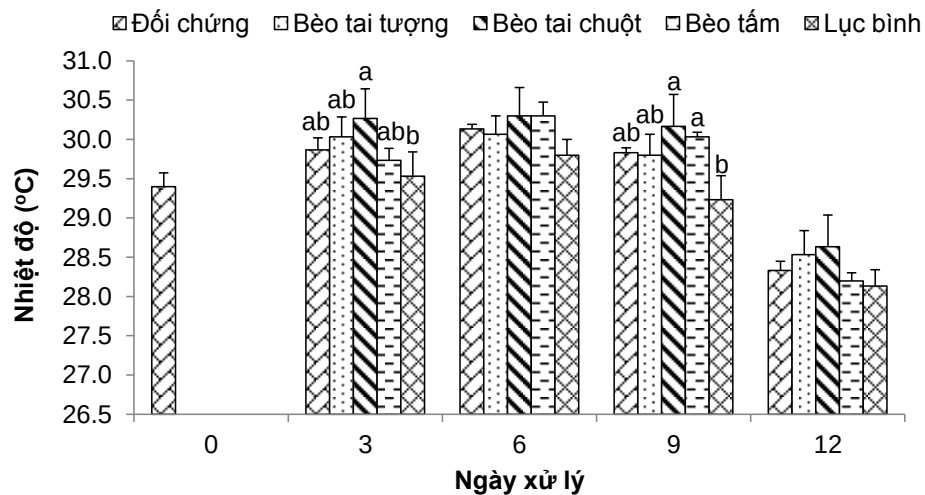
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

CHƯƠNG 1: KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM 1

1.1 Nhiệt độ

Nhiệt độ không biến động lớn giữa các nghiệm thức qua các chu kỳ thu mẫu, dao động từ 28,1-30,3°C (Hình 6). Kết quả xử lý thống kê cho thấy rằng nhiệt độ giữa các nghiệm thức qua các ngày thu mẫu khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p>0,05$).

Nhiệt độ có khuynh hướng tăng cao ở các ngày thu mẫu thứ 3 và 6 và giảm nhẹ vào ngày xử lý thứ 12. Nguyên nhân làm cho nhiệt độ tăng ở đầu chu kỳ thu mẫu là do trời nắng trong khi nhiệt độ giảm ở chu kỳ thu mẫu thứ 4 và 5 là do trời nhiều mây, có mưa kéo dài. Tuy nhiên, nhiệt độ trung bình vẫn ở mức thích hợp cho sự phát triển của thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi trong thí nghiệm. Nhiệt độ là yếu tố biến động theo điều kiện thời tiết. Thời điểm thu mẫu khác nhau giữa các đợt cũng là nguyên nhân làm nhiệt độ giữa các ngày thu mẫu khác nhau. Đối với qui chuẩn nước thải QCVN 24:2009/BTNMT, nhiệt độ tối đa qui định thải ra môi trường phải nhỏ hơn 40°C, do đó nước thải trong ao nuôi cá tra cũng như trong hệ thống thí nghiệm luôn luôn đạt tiêu chuẩn này.

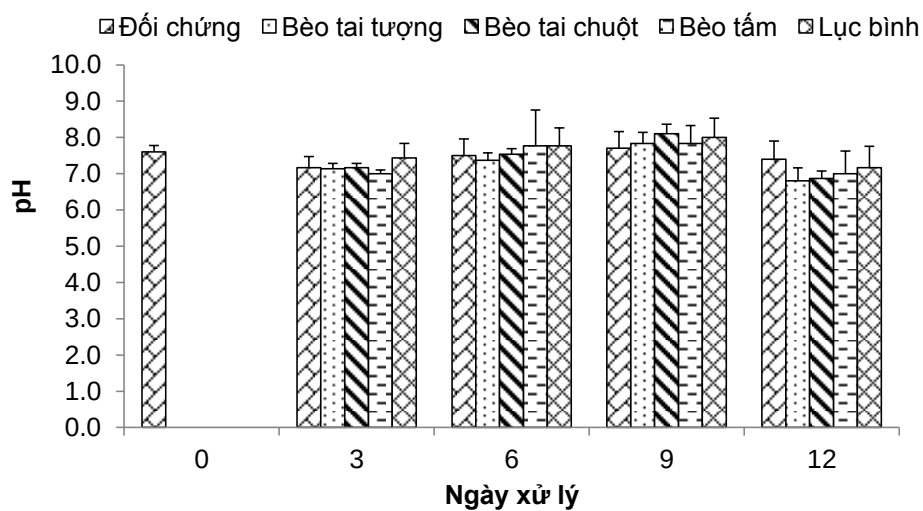


Hình 6: Diễn biến nhiệt độ ở các nghiệm thức

Ghi chú: Ký tự khác nhau trong cùng 1 ngày xử lý chỉ sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p<0,05$.

1.2 pH

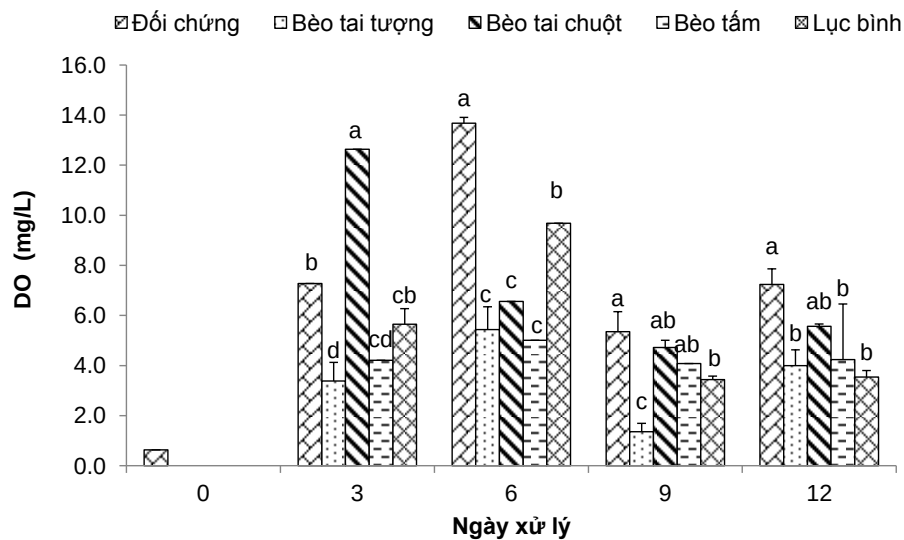
pH ở các nghiệm thức không cao, pH trung bình dao động từ 6,8-8,1. Sau 12 ngày xử lý pH cao nhất ở nghiệm thức đối chứng ($7,4 \pm 0,5$), kế đến là nghiệm thức lục bình ($7,2 \pm 0,6$), và thấp nhất ở nghiệm thức xử lý bằng bèo tai tượng ($6,8 \pm 0,4$). pH ở các nghiệm thức khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) (Hình 7). Cũng giống như nhiệt độ, pH ở các nghiệm thức có khuynh hướng giảm vào cuối thí nghiệm. Một điều đặc biệt là pH ở nghiệm thức đối chứng tương đối cao hơn ở các nghiệm thức còn lại, điều này có thể do thời điểm thu mẫu vào buổi sáng (7-8 giờ) nên quá trình hô hấp của thực vật thủy sinh cũng là một trong những nguyên nhân làm pH trong các nghiệm thức xử lý giảm nhẹ. Theo qui chuẩn nước mặt QCVN 08:2008/BTNMT thì pH phải có giá trị từ 6,0-8,5 là thích hợp cho môi trường thủy sinh, trong khi đó qui chuẩn nước thải QCVN 24:2009/BTNMT thì qui định, nước thải có pH từ 5,5-9 được phép thải ra môi trường. So với những tiêu chuẩn này cho thấy chất lượng nước sau xử lý đạt yêu cầu và không tổn hại đến môi trường thủy sinh. Khi nghiên cứu về chất lượng nước ở các ao nuôi tại An Giang thì Huỳnh Trường Giang và *ctv.* (2008) cho biết trong ao nuôi cá giống pH thường rất cao ($7,36 \sim 9,20$). Bên cạnh đó, kết quả nghiên cứu của Nguyễn Thị Dung (2001) thì pH trong các ao nuôi cá Tra thâm canh tại An Giang chỉ dao động từ 6,5-7,0, trong khi đó pH đo được từ nghiên cứu của Lê Bảo Ngọc (2004) biến động từ 8,06-8,12.



Hình 7: Diễn biến pH ở các nghiệm thức

1.3 Oxy hòa tan (DO)

Hàm lượng DO biến động theo các thời điểm thu mẫu. Sau 3 ngày bố trí hàm lượng DO cao nhất ở nghiệm thức bèo tai chuột với hàm lượng 12,6mg/L và thấp nhất ở các nghiệm thức bèo tai tượng và bèo tấm với hàm lượng tương ứng là 3,4mg/L và 4,2mg/L. Tuy nhiên, đến các ngày thu mẫu thứ 6, 9 và 12 hàm lượng DO ở nghiệm thức đối chứng tăng cao nhất với hàm lượng là 7,2mg/L và khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức bổ sung bèo tai tượng, bèo tấm và lục bình (Hình 8). Nhìn chung hàm lượng DO ở các nghiệm thức có thực vật đều thấp hơn nghiệm thức đối chứng nhưng hàm lượng oxy hòa tan ở mức thích hợp cho sự phát triển của thủy sinh vật. Do không có thực vật thủy sinh che phủ nên ánh sáng cung cấp cho nghiệm thức đối chứng nhiều hơn, thêm vào đó là hàm lượng dinh dưỡng cao nên tảo trong nước có điều kiện phát triển cung cấp oxy cho nước. Tuy nhiên, sự phát triển nhanh của tảo sẽ dẫn đến tảo nở hoa gây ra tình trạng thiếu oxy trầm trọng về đêm. Oxy là một trong yếu tố rất quan trọng đối với đời sống của thủy sinh vật và vi khuẩn hiếu khí phân giải chất hữu cơ trong nước, để duy trì hàm lượng oxy thích hợp thì bổ sung thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi là biện pháp mang lại hiệu quả.



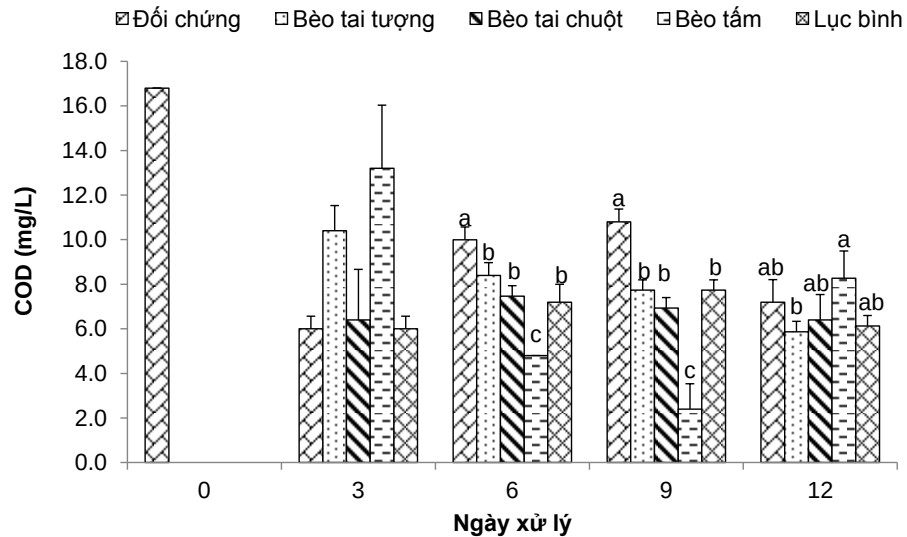
Hình 8: Sự biến động oxy hòa tan (DO) ở các nghiệm thức

1.4 Nhu cầu oxy hóa học (COD)

Hàm lượng COD ở các nghiệm thức biến động qua các lần thu mẫu phụ thuộc vào sự phát triển của thực vật thủy sinh và sự lắng tụ của các chất hữu cơ trong nước. COD trung bình ở các nghiệm thức đối chứng, bèo tai tượng, bèo tai chuột, bèo tấm, và lục bình tương ứng sau 12 ngày bố trí là $7,2 \pm 1,1 \text{ mg/L}$; $5,9 \pm 0,5 \text{ mg/L}$; $6,4 \pm 1,1 \text{ mg/L}$; $8,3 \pm 1,2 \text{ mg/L}$; và $6,1 \pm 0,5 \text{ mg/L}$. Ở nghiệm thức đối chứng, hàm lượng COD rất biến động, giảm mạnh ở lần thu mẫu thứ 2 ($6,0 \pm 0,6 \text{ mg/L}$), sau đó tăng liên tục ở các ngày thu mẫu thứ 6, 9 đạt giá trị trung bình $\sim 10 \text{ mg/L}$, và giảm ở ngày thu mẫu cuối ($7,2 \text{ mg/L}$) nhưng vẫn cao hơn so với các nghiệm thức có bổ sung thực vật thủy sinh. Nhìn chung các nghiệm thức có bổ sung thực vật thủy sinh có hàm lượng COD giảm đáng kể.

Ở nghiệm thức bèo tai tượng, hàm lượng COD giảm liên tục qua 12 ngày thu mẫu (từ $16,8$ – $5,9 \text{ mg/L}$), hiệu quả làm giảm COD trong nước đạt $64,9\%$. Nghiệm thức xử lý bằng bèo tai chuột, hàm lượng COD giảm $61,9\%$ nhưng không có sự biến động vào các ngày xử lý tiếp theo. Một điều đặt biệt là ở nghiệm thức bèo tấm, hàm lượng COD giảm thấp nhất sau 9 ngày xử lý ($2,4 \pm 1,1 \text{ mg/L}$), tuy nhiên sau 12 ngày COD lại tăng khá cao $8,3 \pm 1,2 \text{ mg/L}$. Điều này theo ghi nhận lúc thu mẫu một số bèo tấm già cỗi, xác của bèo tấm cũng là nguyên nhân làm tăng COD trong nước. Đây cũng là một điều đáng lưu ý khi sử dụng bèo tấm để xử lý nước thải. Đối với nghiệm thức bổ sung lục bình, hàm lượng COD giảm đột ngột ở ngày 3 và giảm không đáng kể ở các ngày thu mẫu cuối. Kết quả phân tích hàm lượng COD được thể hiện qua Hình 9.

Khi sử dụng tảo *S. platensis* để xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra Dương Thị Hoàng Oanh (2012) báo cáo hàm lượng COD giảm $72,5\%$. Bên cạnh đó, biện pháp xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra bằng biện pháp hóa học (ozon) thì Nguyễn Thị Huyền (2008) cho rằng hàm lượng COD chỉ giảm $32,8\%$. Từ những nghiên cứu trên cho thấy rằng, thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi có tác dụng làm giảm COD trong nước thấp hơn vi tảo *S. platensis*, tuy nhiên hiệu quả hơn nhiều khi so sánh với biện pháp xử lý bằng ozon.



Hình 9: Biến động nhu cầu oxy hóa học (COD) ở các nghiệm thức

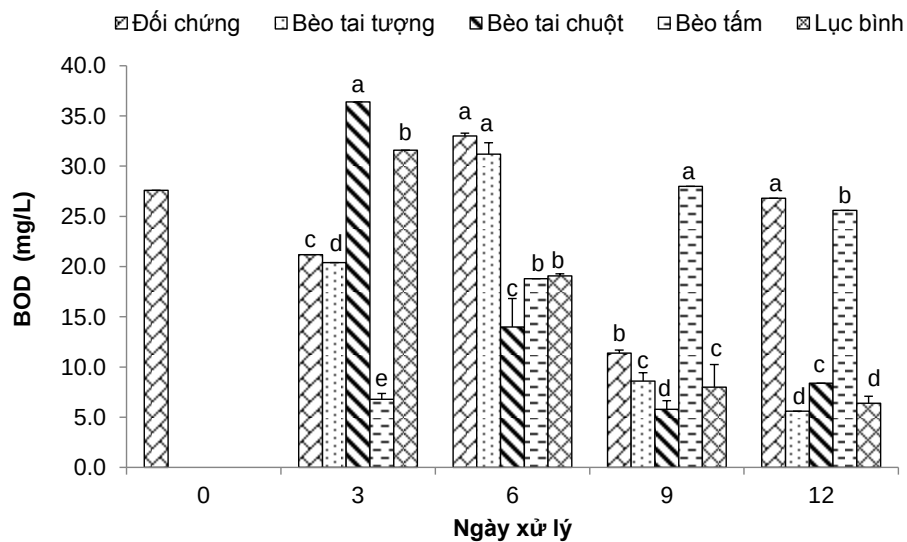
1.5 Nhu cầu oxy sinh học (BOD)

Tương tự như COD, BOD thường không được sử dụng nhiều trong quản lý ao nuôi thủy sản, nhưng chúng thường được dùng trong việc đánh giá mức độ của chất ô nhiễm trong nước thải (Boyd, 1998). Hàm lượng BOD ở nghiệm thức đối chứng biến động lớn qua các ngày lấy mẫu. BOD giảm ở các ngày 3 và 9 sau đó tăng trở lại vào cuối chu kỳ thu mẫu với hàm lượng 26,8mg/L, sau 12 ngày lượng BOD ở nghiệm thức này chỉ giảm 2,9%. Trong khi đó, các nghiệm thức xử lý bằng thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi, BOD giảm rõ rệt qua 12 ngày xử lý. Ở nghiệm thức xử lý bằng bèo tai tượng, hàm lượng BOD tăng sau 3 ngày xử lý (20,4mg/L), chỉ còn 31,2mg/L sau 6 ngày và giảm xuống còn 5,6mg/L ở ngày 12 (hiệu quả xử lý 79,7%). Nghiệm thức bổ sung bèo tai chuột, sau 3 ngày bố trí lượng BOD tăng lên 36,4mg/L nhưng đến cuối thí nghiệm hàm lượng BOD giảm còn 8,4mg/L, tức là sau 12 ngày bố trí hàm lượng BOD giảm 69,6% ở nghiệm thức này. Đầu thí nghiệm, nghiệm thức bổ sung bèo tấm có lượng BOD giảm xuống còn 6,8mg/L, nhìn chung BOD tăng trở lại sau đợt thu mẫu thứ 2 cho đến cuối thí nghiệm hàm lượng BOD còn lại là 25,6mg/L, vậy sau 12 ngày lượng BOD ở nghiệm thức bổ sung bèo tấm chỉ giảm 7,2% so với nước thải ban đầu. Điều này hoàn toàn phù hợp với kết quả phân tích COD khi giá trị này lại tăng cao sau 9 ngày xử lý. Hiện tượng rong tảo và chết đi cũng là nguyên nhân làm giàu hữu cơ lơ lửng trong nước. Nghiệm thức bổ sung lục bình từ ngày 0-3 BOD

tăng lên 31,6mg/L và giảm xuống còn 6,4mg/L ở ngày 12, sau 12 ngày lượng BOD ở lục bình giảm 76,8%. Kết quả cho thấy 3 loại thực vật có hiệu quả lọc BOD tốt nhất là bèo tai tượng, bèo tai chuột và lục bình, trong đó cao nhất là bèo tai tượng với hiệu quả cao nhất (79,7%) và kém hiệu quả nhất là bèo tấm (7,2%).

Hình 10 chỉ ra rằng sau 3 ngày nghiệm thức bèo tấm giảm có ý nghĩa thống kê ($p<0,05$), tuy nhiên BOD có xu hướng tăng trở lại và giảm nhẹ vào cuối thí nghiệm. Sau 6 ngày xử lý nghiệm thức bèo tai tượng khác biệt không có ý nghĩa thống kê, trong khi đó sang đến ngày thứ 9-12 khả năng xử lý nước của bèo tai tượng thể hiện rất rõ rệt. Sau 12 ngày xử lý, nghiệm thức bèo tai tượng hơn có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng. Điều này có thể kết luận rằng, thời gian xử lý của bèo tấm nhanh, khi bèo già và chết thì cũng là một vấn đề lớn. Trong khi đó thời gian xử lý của bèo tai tượng chậm hơn nhưng tương đối ổn định hơn.

Theo Boyd (1998), ao nuôi thủy sản điển hình có giá trị BOD từ 5-20mg/L. BOD càng cao khi mức độ giàu vật chất hữu cơ càng lớn. Mặc dù BOD thường được đo trong nước ao nhưng khoảng thích hợp thì không được xác định rõ. Oxy giảm đến mức nguy hiểm trong ao không sục khí khi BOD quá 20mg/L. Thí nghiệm này cho thấy hàm lượng BOD giảm hiệu quả ở các nghiệm thức bổ sung bèo tai tượng, bèo tai chuột và lục bình, hàm lượng BOD sau 12 ngày bố trí giảm thấp hơn 10mg/L.



Hình 10: Biến động nhu cầu oxy sinh học (BOD) ở các nghiệm thức

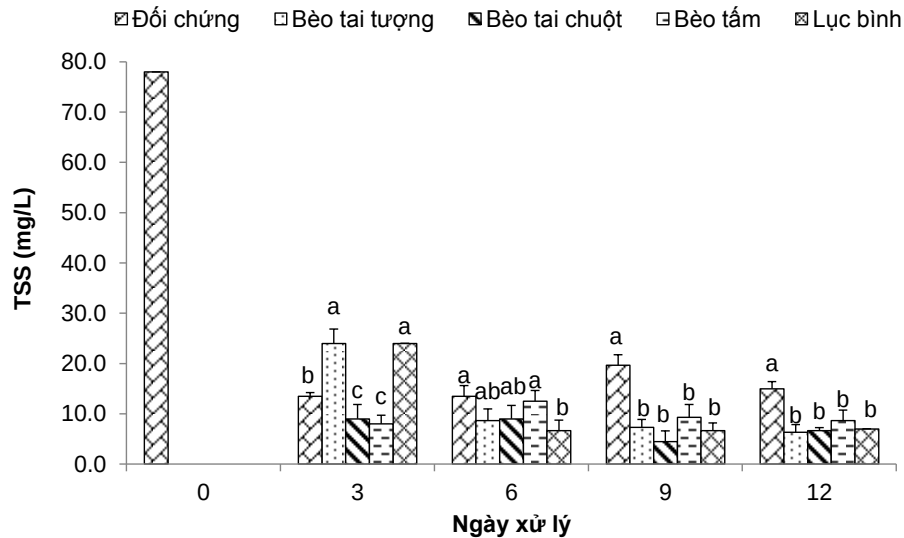
1.6 Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)

Hàm lượng TSS ở các kỳ thu mẫu đều giảm rõ rệt so với ngày đầu của chu kỳ. Hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước thải ban đầu ở mức báo động 78mg/L nhưng sau 12 ngày thí nghiệm lượng TSS giảm tương ứng là 15mg/L ở nghiệm thức đối chứng, giảm <10mg/L ở các nghiệm thức có bổ sung thực vật thượng đẳng. Ở chu kỳ thu mẫu thứ 2 hàm lượng TSS thấp nhất có ý nghĩa ở các nghiệm thức bèo tai chuột và bèo tấm. Sau 6 ngày hàm lượng TSS ở các nghiệm thức nhìn chung giảm so với ngày 3, hàm lượng TSS thấp nhất ở nghiệm thức lục bình nhưng khác biệt không có ý nghĩa so với nghiệm thức bèo tai chuột, bèo tai tượng ($p>0,05$) và khác biệt có ý nghĩa với nghiệm thức đối chứng và bèo tấm ($p<0,05$). Ở ngày 9 hàm lượng TSS ở các nghiệm thức có thực vật đều giảm thấp có ý nghĩa ($p<0,05$) so với nghiệm thức đối chứng. Đến cuối chu kỳ thu mẫu hàm lượng TSS ở các nghiệm thức có thực vật thủy sinh tiếp tục giảm và thấp hơn có ý nghĩa ($p<0,05$) so với nghiệm thức đối chứng (Hình 11). Sau 12 ngày hàm lượng TSS giảm 80,8% ở nghiệm thức đối chứng, 91,9% ở nghiệm thức bèo tai tượng, 91,5% ở nghiệm thức bèo tai chuột, 88,9% ở nghiệm thức bèo tấm, 91,0% ở nghiệm thức lục bình.

Hình 11 cũng đã chỉ ra rằng TSS ở tất cả các nghiệm thức giảm đáng kể sau 3 ngày xử lý, kể cả nghiệm thức đối chứng (không sử dụng thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi). Điều này cho thấy vật chất lơ lửng trong môi trường thí nghiệm chủ yếu do phù sa và các hạt keo khoáng gây ra, quá trình lắng tụ đã làm giảm lượng TSS đáng kể. Như vậy việc TSS giảm liên quan rất mật thiết đến kích cỡ hạt và tốc độ lắng của các hạt lơ lửng trong nước (Boyd, 1998). Bên cạnh đó, sau 9 và 12 ngày xử lý, hàm lượng TSS ở các nghiệm thức sử dụng thực vật thủy sinh thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng.

Trong nước thải từ ao nuôi tôm, David *et al.* (2002; trích dẫn bởi Giang, 2008) đã nghiên cứu sử dụng 10 loài thực vật chịu mặn để xử lý chất thải, kết quả thực vật làm giảm hàm lượng vật chất lơ lửng (TSS) và vô cơ lơ lửng (ISS) lần lượt là 65 và 76%. Tuy nhiên nghiên cứu của tác giả cũng không đánh giá quá trình lắng của vật chất lơ lửng trong nước. Nếu so với kết quả trong thí nghiệm hiện tại, sau 12 ngày xử lý, hàm lượng TSS giảm đến 95,9%. Theo tiêu chuẩn nước mặt QCVN 08:2008 BTNMT và

tiêu chuẩn nước thải QCVN 24:2009-BTNMT thì hàm lượng TSS cho phép tương ứng là 30 và 100mg/L. Với tiêu chuẩn này thì sau 6 ngày xử lý hàm lượng TSS sẽ đạt tiêu chuẩn.



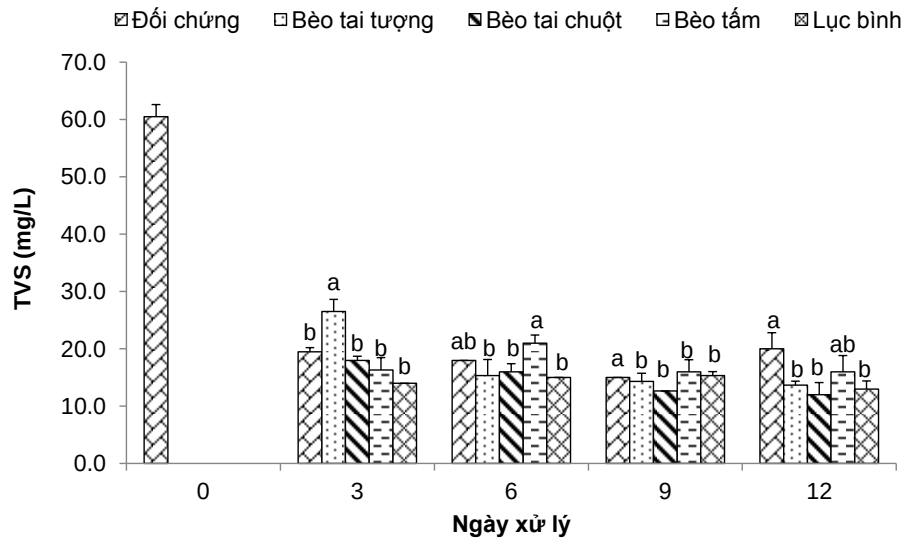
Hình 11: Biến động tổng chất rắn lơ lửng (TSS) ở các nghiệm thức

1.7 Tổng chất rắn bay hơi (TVS)

Cùng xu hướng biến động như TSS, TVS giảm mạnh sau 3 ngày xử lý và sau đó tương đối ổn định. Sau 3 ngày xử lý hàm lượng TVS ở nghiệm thức bào tai tượng cao hơn có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ($p < 0,05$). Sau 12 ngày, hàm lượng TVS ở các nghiệm thức bào tai tượng, bào tai chuột và lục bình không khác biệt ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$) và đều thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$) với kết quả đạt được ở các nghiệm thức đối chứng, bào tai tượng, bào tai chuột, bào tấm, bào lục bình lần lượt là $20,0 \pm 2,8 \text{ mg/L}$; $13,7 \pm 0,7 \text{ mg/L}$; $12,0 \pm 2,1 \text{ mg/L}$; $16,0 \pm 2,8 \text{ mg/L}$ và $13,0 \pm 1,4 \text{ mg/L}$ (Hình 12).

Cũng giống như TSS, hàm lượng vật chất bay hơi (hay còn được gọi là vật chất hữu cơ lơ lửng OSS) cũng có khả năng lắng tụ tùy thuộc vào đặc tính và trọng lượng mảnh vụn hữu cơ lơ lửng trong môi trường nước. Do đó, TVS cũng có khả năng giảm tự nhiên trong nước do quá trình lắng. Điều này thể hiện rất rõ ở nghiệm thức đối chứng, mặc dù không sử dụng thực vật thủy sinh nhưng TVS giảm 66,9%, 77,4% ở nghiệm thức bào tai tượng, 73,6% ở nghiệm thức bào tấm, 78,5% ở nghiệm thức lục

bình và 80,2% ở nghiệm thức bèo tai chuột. Mặc dù TVS không nằm trong danh mục các thông số giới hạn trong tiêu chuẩn tải của Bộ Tài nguyên và Môi trường, nhưng khi nước có hàm lượng TVS cao sẽ phản ánh môi trường ô nhiễm hữu cơ và độ đục trong nước chủ yếu là do các mảnh vụn hữu cơ, thức ăn thừa và xác bã động thực vật thủy sinh trong môi trường nước.



Hình 12: Biến động tổng chất rắn bay hơi (TVS) ở các nghiệm thức

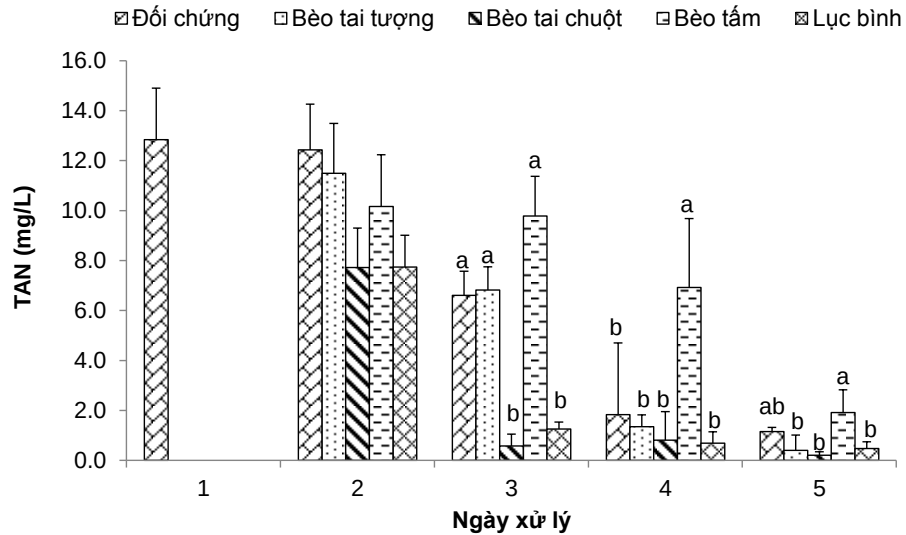
1.8 Tổng đạm amoni (TAN)

Kết quả phân tích nguồn nước ban đầu cho thấy hàm lượng TAN rất cao ($12,8 \pm 2,1 \text{ mg/L}$). Kết quả thí nghiệm cho thấy các nghiệm thức bổ sung thực vật thủy sinh có hàm lượng TAN giảm mạnh và liên tục qua các đợt thu mẫu sau 6 ngày xử lý. Khi không có sự hiện diện của thực vật thủy sinh, hàm lượng TAN chỉ có khuynh hướng giảm nhẹ sau 6 ngày thí nghiệm và đến 12 ngày hàm lượng TAN giảm mạnh. Điều này có thể do quá trình nitrat hóa xảy ra trong môi trường làm cho TAN trong nghiệm thức giảm từ hàm lượng $12,8 \pm 2,1 \text{ mg/L}$ (ngày 0) xuống còn $1,2 \pm 0,2 \text{ mg/L}$ (ngày 12), giảm 91%.

Ở nghiệm thức bèo tai tượng TAN cũng giảm liên tục qua các ngày từ $12,8 \pm 2,1 \text{ mg/L}$ xuống còn $0,4 \pm 0,6 \text{ mg/L}$ ở ngày 12 (giảm 96,9%). Ở bèo tai chuột lượng TAN cũng giảm đi 98,4%. Trong khi đó, nghiệm thức xử lý bằng bèo tấm lượng TAN cũng giảm 85% ($12,8 \pm 2,1 \text{ mg/L}$ xuống còn $1,9 \pm 0,9 \text{ mg/L}$). Nghiệm thức bèo lục bình cũng cho

thấy hiệu suất làm giảm hàm lượng TAN trong nước rất cao, với giá trị ban đầu $12,8 \pm 2,1 \text{ mg/L}$ xuống chỉ còn $0,5 \pm 0,3 \text{ mg/L}$ (giảm 96,3%) (Hình 13). Nhìn chung ở các nghiệm thức có bèo đều cho kết quả xử lý TAN tốt hơn so với nghiệm thức đối chứng, cao nhất là ở bèo tai chuột với 98,4%, kể đến là bèo tai tượng với 96,9%.

TAN là tổng của hai dạng nitơ NH_4^+ và NH_3 , tỷ lệ giữa $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$ trong nước thay đổi là tùy thuộc vào pH, nếu pH cao thì NH_3 sẽ cao, NH_4^+ giảm và ngược lại. Muối NH_4^+ được thực vật sử dụng chủ yếu để phát triển sinh khối. Thực vật thủy sinh chỉ hấp thu nitơ ở dạng vô cơ và không hấp thu nitơ ở dạng hữu cơ nên tổng đạm TN ở các nghiệm thức giảm sau 12 ngày thí nghiệm, nguyên nhân chủ yếu do NO_3^- và TAN được thực vật thủy sinh hấp thu. Nhìn chung các thực vật thượng đẳng đã sử dụng từ 86,3-91,7% tổng lượng đạm amoni trong nước. Kết quả nghiên cứu của Dương Thị Hoàng Oanh (2012) báo cáo rằng *S. platensis* có khả năng làm giảm TAN trong nước thải đến 92,6%. Barry (1998; trích dẫn bởi Giang, 2008) thì xử lý nước ao nuôi cá rô phi lai (*Oreochromis mossambicus* $\times$ *O. urolepis hornorum*) bằng lục bình (*E. crassipes*) và rau muống (*Ipomea aquatica*). Kết quả cho thấy Lục bình đã hấp thu 90% và rau muống hấp thu 7% đạm vô cơ hòa tan (bao gồm NH_4^+ và NO_3^-). Trong khi đó, Lin (2002; trích dẫn bởi Huyền, 2008) thì sử dụng rau muống (*I. aquatica*) và cỏ *Paspalum vaginatum* để xử lý nước ao cá Măng (*Chanos chanos*), kết quả thực vật đã hấp thụ 86-98% N- NH_4^+ . So với những kết quả này ta thấy bèo tai tượng và bèo tai chuột xử lý rất tốt hàm lượng TAN trong môi trường nước và tương đối cao hơn các loại thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi như lục bình, rau muống mà các tác giả trên đã nghiên cứu.



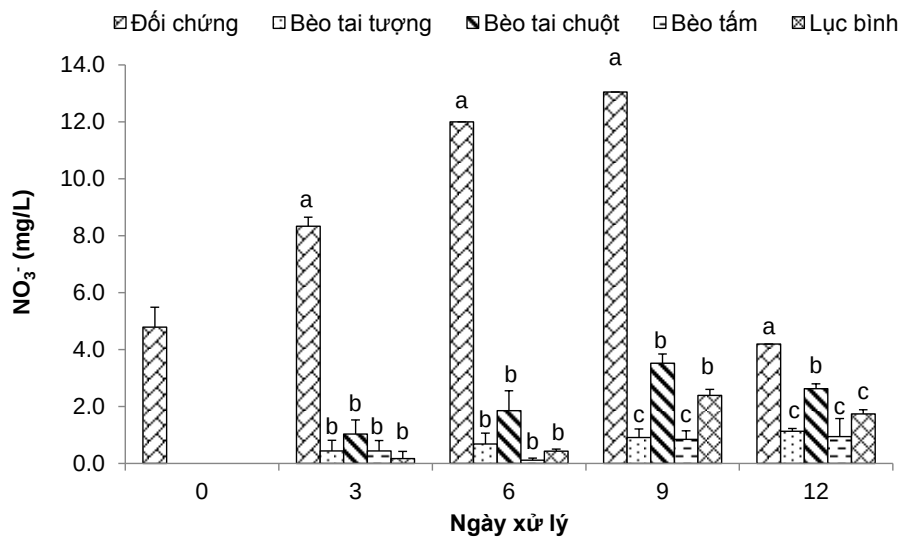
Hình 13: Biến động tổng đạm amoni (TAN) ở các nghiệm thức

1.9 Nitrat (NO_3^-)

Hình 14 cho thấy hàm lượng N-NO_3^- ở nghiệm thức đối chứng tăng cao liên tục sau 9 ngày xử lý, giá trị nitrat lên đến $13,1 \pm 0,0 \text{ mg/L}$. Trong khi đó, ở các nghiệm thức xử lý bằng thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi hàm lượng N-NO_3^- giảm nhanh chóng và thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$). Sau 3 ngày các giá trị N-NO_3^- đo được là $0,4 \pm 0,4 \text{ mg/L}$; $1,0 \pm 1,1 \text{ mg/L}$; $0,4 \pm 0,4 \text{ mg/L}$; và $0,2 \pm 0,3 \text{ mg/L}$ tương ứng với các nghiệm thức bèo tai tượng, bèo tai chuột, bèo tấm và bèo lục bình. Sau 12 ngày xử lý, hàm lượng N-NO_3^- ở nghiệm thức đối chứng là $4,2 \pm 0,0 \text{ mg/L}$ trong khi đó các nghiệm thức còn lại giá trị trung bình đo được dao động từ $0,9 - 2,6 \text{ mg/L}$. Kết thúc thí nghiệm, hàm lượng N-NO_3^- ở các nghiệm thức bèo tai tượng, bèo tấm và bèo lục bình khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0,05$), và thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$). Nếu xét theo tỉ lệ phần trăm N-NO_3^- được hấp thu sau 12 ngày ta thấy nghiệm thức đối chứng giảm 12,4%; kể đến là bèo tai chuột 45,2%; bèo lục bình 63,6% và cao nhất là nghiệm thức bèo tai tượng với 76,4%.

Nitrat là một trong những dạng đạm được các loài thực vật thủy sinh hấp thu chủ yếu cho quá trình sinh trưởng, và lượng dinh dưỡng này được thực vật sử dụng để tạo nên sinh khối của chúng. Nếu NO_3^- được tích lũy nhiều trong nước ở hàm lượng cao sẽ gây độc cho thủy sinh. Ở thí nghiệm này hàm lượng nitrat ban đầu ở cùng một hàm

lượng là 4,8mg/L, khả năng loại bỏ NO_3^- khác nhau là do các nghiệm thức sử dụng các loại thực vật thượng đẳng khác nhau. Ở nghiệm thức đối chứng lượng NO_3^- mất đi không đáng kể, điều này cho thấy thực vật nổi có khả năng hấp thu NO_3^- cao và làm giảm thành phần dinh dưỡng này trong nước, hàm lượng NO_3^- ở các nghiệm thức xử lý bằng thực vật thủy sinh dao động trong khoảng 0,9-2,6mg/L. Theo qui định tại QCVN 08:2008-BTNMT thì hàm lượng N- NO_3^- trong nước mặt sử dụng cho việc bảo vệ động thực vật thủy sinh (Cột A2) là 5mg/L. Kết quả đã chứng minh là nước thải từ ao nuôi cá tra sau khi xử lý bằng thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi có hàm lượng N- NO_3^- đạt chuẩn, có thể thải vào môi trường.



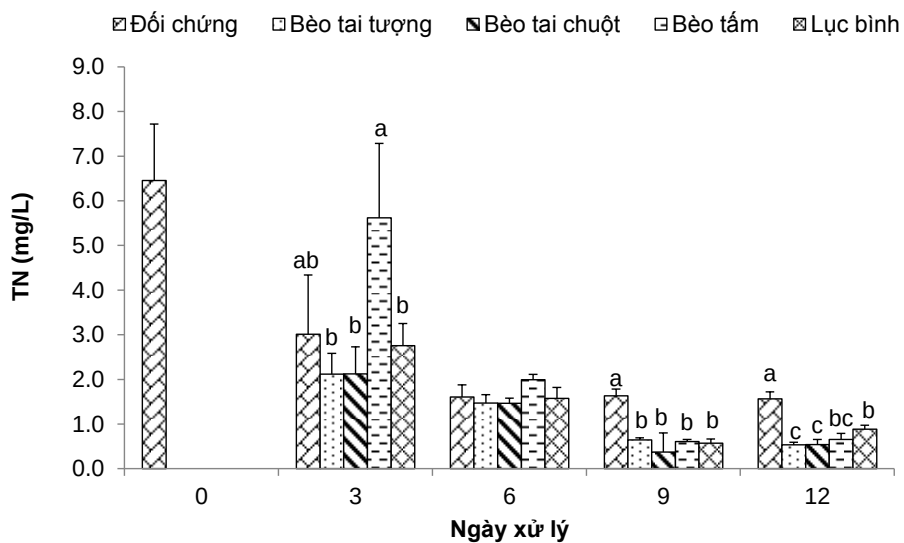
Hình 14: Biến động nitrat (NO_3^-) ở các nghiệm thức

1.10 Tổng đạm (TN)

Trong suốt thí nghiệm hàm lượng TN ở tất cả các nghiệm thức đều giảm rõ rệt. Sau 3 ngày xử lý, hàm lượng TN không có sự khác biệt ý nghĩa ($p>0,05$) giữa các nghiệm thức đối chứng, bèo tai tượng, bèo tai chuột, và lục bình. Nghiệm thức bèo tấm có hàm lượng TN cao hơn có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ($p<0,05$). Sau 6 ngày, hàm lượng TN ở các nghiệm thức đều giảm nhưng không khác biệt ý nghĩa giữa các nghiệm thức và đến ngày xử lý thứ 9 hàm lượng TN ở các nghiệm thức có thực vật đều giảm và thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng ($p<0,05$). Kết quả phân tích hàm lượng TN trong nước được thể hiện qua Hình 15.

Sau 12 ngày, hàm lượng TN ở các nghiệm thức có thực vật đều thấp hơn có ý nghĩa ($p<0,05$) so với nghiệm thức đối chứng. Trong đó, TN giảm rõ rệt ở các nghiệm thức bèo tai tượng và bèo tai chuột. Tỷ lệ TN giảm tương ứng ở nghiệm thức xử lý bằng bèo tai tượng và bèo tai chuột là 91,7% và 91,6%. Kết quả trong thí nghiệm hiện tại cho thấy bèo tai tượng và bèo tai chuột cho hiệu quả xử lý TN tốt nhất.

Trong nghiên cứu khả năng xử lý ô nhiễm đạm, lân hữu cơ hòa tan trong nước thải ao nuôi cá tra bằng lục bình (*Eichhorina crassipes*) và cỏ Vetiver (*Vetiver zizanioides*) được thực hiện bởi Châu Minh Khôi và ctv. (2012). Kết quả cho thấy sau 7 ngày trồng lục bình và cỏ Vetiver lượng N hữu cơ trong môi trường trồng lục bình còn lại 0,16 mg so với 5 mg ban đầu, giảm 96,8 %, còn lượng N hữu cơ trong môi trường trồng cỏ Vetiver còn lại 2,07 mg so với 5 mg ban đầu, giảm 58,6 %. Mặt khác, Lê Văn Cát và ctv. (2006) cho rằng lục bình (*E. crassipes*) có thể hấp thụ 3,4 kg nitơ/ngày/ha và 0,43 kg photpho/ngày/ha. Như vậy, khi sử dụng bèo tai tượng và bèo tai chuột để xử lý nước thải, hàm lượng tổng nitơ trong nước giảm đáng kể, mà kết quả đã chứng minh được hơn 90% N trong nước được xử lý. Theo tiêu chuẩn thải (QCVN 24:2009-BTNMT) thì hàm lượng tổng N cho phép thải ra môi trường ngoài (Cột B) là 30mg/L. Chất lượng nước thải hoàn toàn đạt tiêu chuẩn theo qui định.



Hình 15: Biến động tổng đạm (TN) ở các nghiệm thức

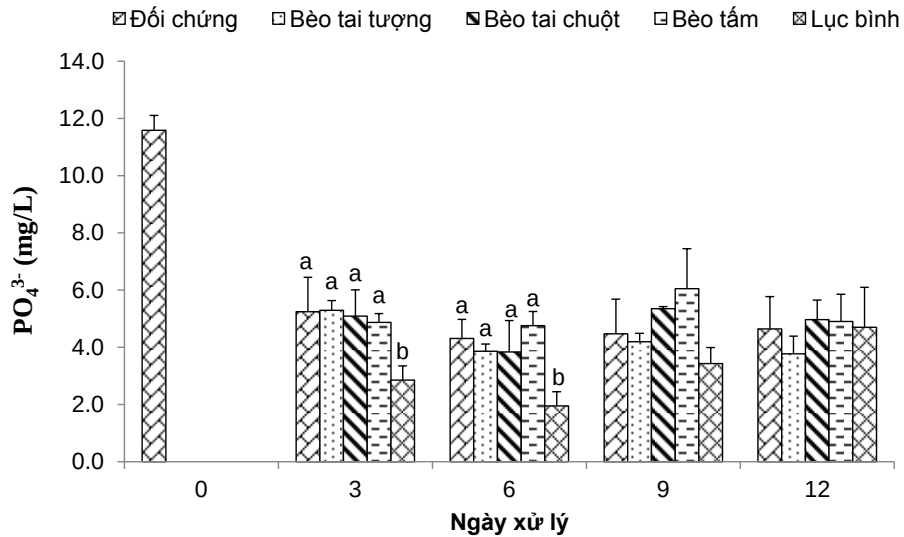
1.11 Lân hòa tan (PO_4^{3-})

PO_4^{3-} ở các nghiệm thức giảm đáng kể sau các ngày xử lý, trước khi tiến hành thí nghiệm, hàm lượng PO_4^{3-} đạt $11,6 \pm 0,5 \text{ mg/L}$, nhưng chỉ sau 3 ngày xử lý hàm lượng PO_4^{3-} trung bình trong các nghiệm thức chỉ còn lại từ 2,9-5,3mg/L. Sau 3 ngày thí nghiệm, hàm lượng PO_4^{3-} trong nghiệm thức xử lý lục bình thấp hơn các nghiệm thức còn lại có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) (Hình 16).

Ở nghiệm thức bèo tai tượng PO_4^{3-} có chiều hướng giảm dần từ ngày 0 đến ngày 12 và đạt 3,8mg/L ở ngày 12 (giảm 67,4% so với ban đầu). Nghiệm thức bèo tai chuột lượng PO_4^{3-} giảm 57,1% và nghiệm thức bèo tấm hàm lượng PO_4^{3-} giảm 57,7%. Trong khi đó, nghiệm thức lục bình lượng PO_4^{3-} giảm từ 11,6mg/L ban đầu xuống 4,7mg/L ở ngày 12 (giảm 59,4%).

Kết quả từ Hình 16 cho thấy vào cuối chu kỳ thu mẫu, PO_4^{3-} trong nghiệm thức xử lý bèo tai tượng đạt giá trị thấp nhất, tuy nhiên kết quả xử lý thống kê không tìm thấy sự khác biệt có ý nghĩa so với các nghiệm thức còn lại ($p > 0,05$). Kết quả xử lý PO_4^{3-} trong các nghiệm thức thí nghiệm tương đối thấp so với thí nghiệm xử lý bằng tảo *S. platensis* của Dương Thị Hoàng Oanh (2012) với 98,4% PO_4^{3-} được hấp thu.

Theo Boyd (1998), trong ao có cho ăn, một phần lân trong thức ăn không được đồng hóa bởi sinh vật nuôi đi vào nước làm tăng năng suất thực vật phù du. Thực vật phù du có thể hấp thụ nhanh lân từ trong nước, vì vậy một tỉ lệ lớn của lân cung cấp cho ao có thể đi vào tế bào thực vật phù du và thúc đẩy sinh trưởng. Các nghiên cứu cho thấy khoảng 70% lân cung cấp vào ao qua phân bón hay thức ăn cuối cùng tìm thấy chúng trong bùn. Tuy nhiên trong điều kiện thí nghiệm trên bể composite, không có bùn trong bể do đó lân hòa tan trong nước chỉ bị tiêu hao chủ yếu do sự hấp thụ của thực vật thủy sinh.

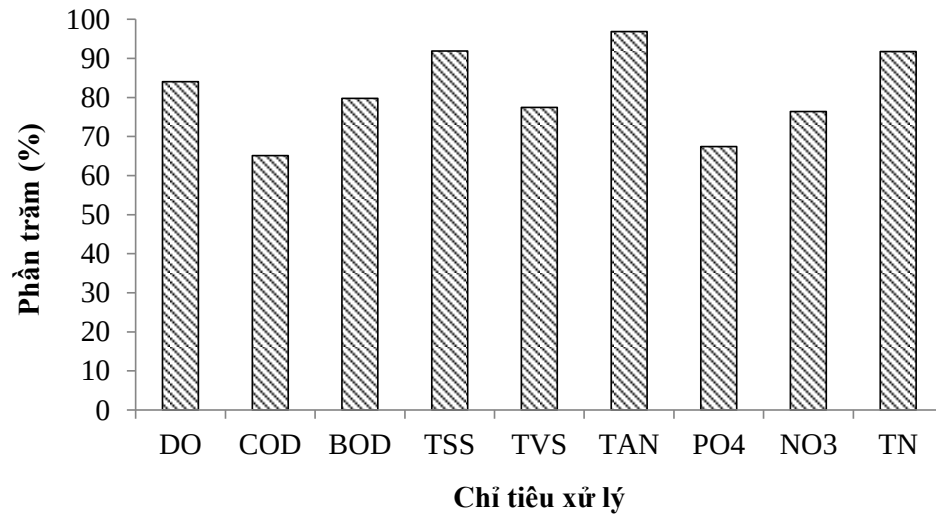


Hình 16: Biến động lân hòa tan (PO_4^{3-}) giữa các nghiệm thức

Tóm lại, kết quả so sánh hiệu quả xử lý nước thải từ cá tra nuôi thâm canh cho thấy, nghiệm thức bổ sung bèo tai tượng (*P. tratiotes*) cho hiệu quả xử lý tốt nhất. bèo tai tượng có hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm tốt (>60%). Khi so sánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở mức $p < 0,05$ giữa nghiệm thức bèo tai tượng và nghiệm thức bèo tai chuột thì ở chỉ tiêu BOD và NO_3^- bèo tai chuột cho hiệu quả xử lý thấp hơn nghiệm thức bèo tai tượng, cụ thể là hàm lượng BOD và NO_3^- ở nghiệm thức bèo tai chuột vào cuối thí nghiệm là $8,4 \pm 0,0 \text{ mg/L}$ (đạt hiệu suất 69,6%) và $2,6 \pm 0,2 \text{ mg/L}$ (đạt 45,2%); trong khi bèo tai tượng là $5,6 \pm 0,0 \text{ mg/L}$ (đạt 79,7%) và $1,1 \pm 0,1 \text{ mg/L}$ (đạt 76,4%) so với cùng hàm lượng BOD ban đầu là $27,6 \text{ mg/L}$ và NO_3^- là $4,8 \text{ mg/L}$. Nghiệm thức bèo tấm có hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm COD, BOD, và TAN thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức bèo tai tượng, kết quả cho thấy hàm lượng các chất ô nhiễm còn lại sau 12 ngày xử lý so với cùng hàm lượng ban đầu tương ứng là $18,8 \text{ mg/L}$ giảm còn $8,3 \pm 1,2 \text{ mg/L}$ (đạt 50,8% COD), $27,6 \text{ mg/L}$ giảm còn $25,6 \pm 0,0 \text{ mg/L}$ (đạt 7,2% BOD), và $12,8 \text{ mg/L}$ giảm còn $1,9 \pm 0,9 \text{ mg/L}$ (đạt 85,0% TAN); ở nghiệm thức bèo tai tượng là $5,9 \pm 0,5 \text{ mg/L}$ (đạt 65,1% COD), $5,6 \pm 0,0 \text{ mg/L}$ (đạt 79,7% BOD) và $0,4 \pm 0,6 \text{ mg/L}$ (đạt 96,9% TAN). Khi so sánh nghiệm thức lục bình với nghiệm thức bèo tai tượng thì lục bình cho hiệu quả xử lý TN thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức bèo tai tượng, với cùng hàm lượng TN ban đầu là $16,5 \text{ mg/L}$; sau 12 ngày xử lý hàm lượng còn lại ở nghiệm thức lục bình là $0,9 \pm 0,1 \text{ mg/L}$ (đạt 86,3%) còn ở nghiệm thức bèo tai tượng là $0,5 \pm 0,1 \text{ mg/L}$ (đạt 91,7%).

Bèo tai tượng có khả năng làm tăng đến 84,0% DO, làm giảm 65,1% COD, 79,7% BOD, 95,9% TSS, 77,4% TVS, 96,9% TAN; 76,4% NO_3^- ; 91,7% TN; và 67,6%

PO_4^{3-} sau 12 ngày bố trí (Hình 17). Kết quả từ thí nghiệm 1 là cơ sở khoa học của việc chọn bèo tai tượng (*P. tratiotes*) để tiếp tục thực hiện Thí nghiệm 2.



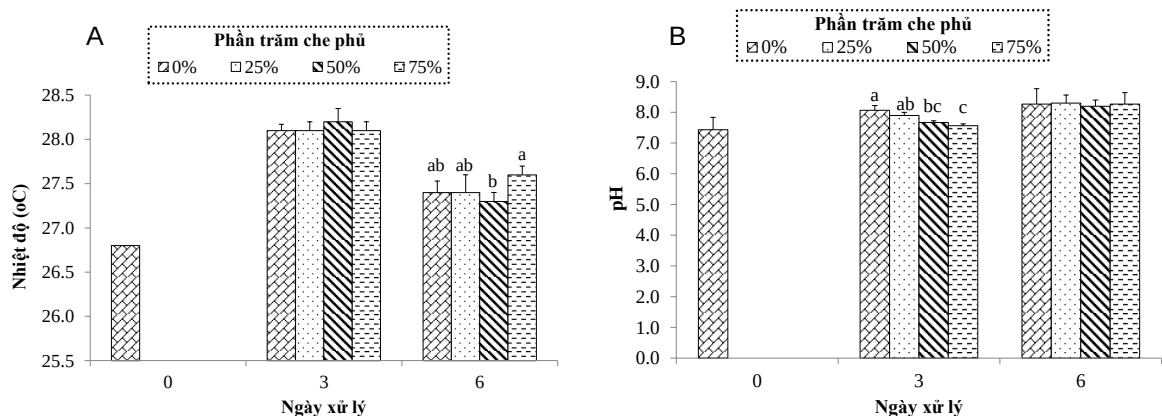
Hình 17: Hiệu suất xử lý nước thải cá tra của bèo tai tượng (*P. tratiotes*)

CHƯƠNG 2: KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM 2

2.1. Nhiệt độ và pH

Kết quả nhiệt độ và pH ở các nghiệm thức được thể hiện qua Hình 18A. Nhiệt độ trong suốt thí nghiệm không khác biệt nhiều giữa các nghiệm thức, nhiệt độ trung bình dao động từ 26-28°C. Ở thí nghiệm này nhiệt độ thấp hơn thí nghiệm 1 (28-30°C) do thí nghiệm được bố trí vào mùa mưa, nhiệt độ môi trường xuống thấp hơn mùa nắng. Nhiệt độ ở các nghiệm thức biến động theo cùng khuynh hướng, cao ở chu kỳ thu mẫu thứ 2 và giảm ở cuối thí nghiệm. Tuy nhiên, nhiệt độ nước vẫn giữ ở mức thích hợp cho sự phát triển của thủy sinh vật.

pH ở các nghiệm thức sau 3 ngày thu mẫu có sự chênh lệch lớn giữa các nghiệm thức. Khi bèo tai tượng được bố trí ở diện tích 75%, pH trong nước có khuynh hướng giảm thấp so với nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức 25% diện tích bề mặt. Tuy nhiên, sang đến ngày xử lý thứ 6 thì không có sự khác biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức (Hình 18B).



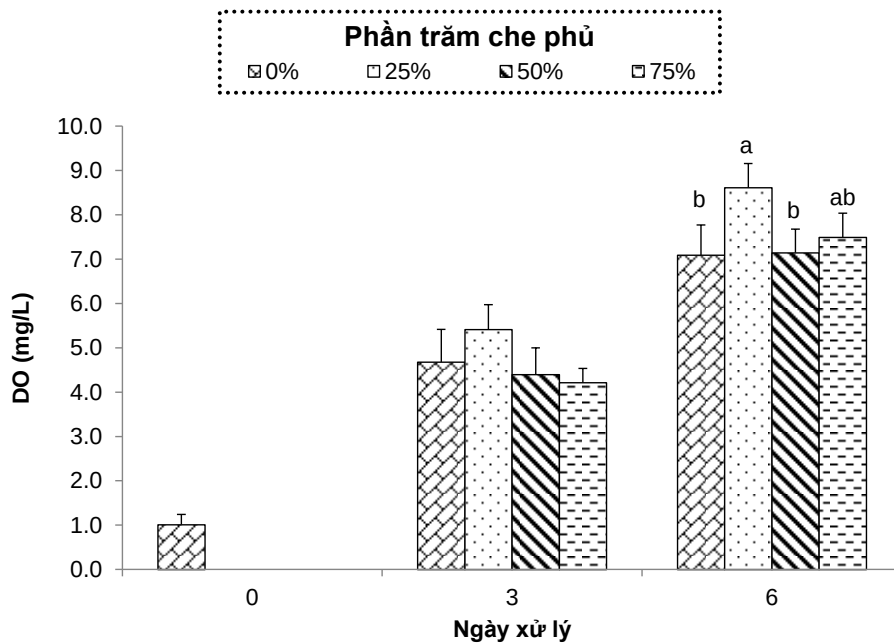
Hình 18: Diễn biến nhiệt độ (A) và pH (B) ở các nghiệm thức

Ghi chú: Ký tự khác nhau trong cùng 1 ngày xử lý chỉ sự khác biệt có ý nghĩa ở mức $p < 0,05$.

2.2. Oxy hòa tan (DO)

Hàm lượng DO ở các nghiệm thức có khuynh hướng tăng sau 6 ngày thí nghiệm (Hình 19). DO trung bình của các nghiệm thức đối chứng, nghiệm thức bổ sung bèo tai tượng 25% bề mặt, 50% và 75% lần lượt là $7,1 \pm 0,7$; $8,6 \pm 0,5$; $7,1 \pm 0,5$; và $7,5 \pm 0,5$ mg/L. Sau 3 ngày, lượng DO không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các

thí nghiệm thức ($p>0,05$) và DO dao động từ 4,2-5,4mg/L. Vào cuối thí nghiệm, hàm lượng DO tăng cao hơn so với thời điểm sau 3 ngày, hàm lượng DO dao động từ 7,0-8,6mg/L. Nhìn chung DO đều ở khoảng thích hợp cho cá phát triển. Một điều đặc biệt trong thí nghiệm này, hàm lượng DO rất biến động, không theo quy luật và cũng không phụ thuộc vào diện tích bề mặt che phủ. Điều này là do yếu tố rất dễ bị tác động từ môi trường ngoài. Quá trình khuếch tán oxy từ không khí cũng là nguyên nhân làm biến động DO. Bên cạnh đó hàm lượng vật chất hữu cơ trong nước cũng làm suy giảm hàm lượng DO trong nước do quá trình phân hủy sinh, hóa học.



Hình 19: Biến động oxy hòa tan (DO) giữa các nghiệm thức

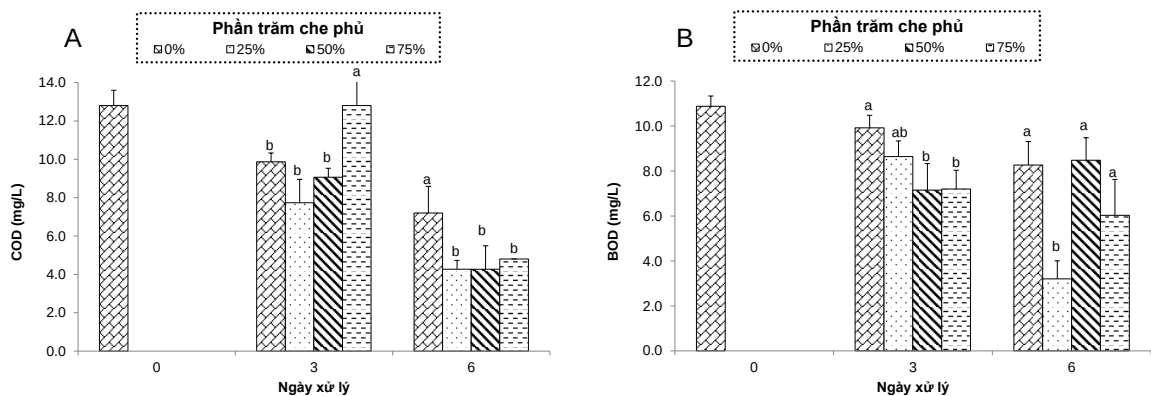
2.3. Nhu cầu oxy hóa học (COD) và sinh học (BOD)

Hàm lượng DO ở các nghiệm thức tăng liên tục chứng tỏ nhu cầu oxy hóa học (COD) và sinh học (BOD) trong nước giảm dần trong suốt thí nghiệm.

Hàm lượng COD giảm rõ rệt qua các ngày, ở ngày thứ 3 hàm lượng COD có giảm ở các nghiệm thức đối chứng, 25%, 50% và các nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê, hàm lượng COD không thay đổi ở nghiệm thức 75% (vẫn ở mức 12,8mg/L). Đến ngày thứ 6 hàm lượng COD ở các nghiệm thức đều giảm so với ngày 3, hàm lượng COD không có sự khác biệt thống kê ở các nghiệm thức 25%, 50%, 75% và các nghiệm thức này đều thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng

($p>0,05$) (Hình 20 A). Sau 6 ngày, lượng COD giảm lần lượt ở các nghiệm thức 25%; 50%; và 75% là 66,7%; 66,7% và 62,5%.

Hàm lượng BOD ở các nghiệm thức đều giảm sau 3 đợt thu mẫu, ở ngày thứ 3 hàm lượng BOD ở các nghiệm thức 25%, 50%, 75% giảm và thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng, lượng BOD ở các nghiệm thức có bèo nằm trong khoảng 7,1-8,6mg/l. Đến ngày thứ 6, hàm lượng BOD đều giảm so với ngày thứ 3, có sự tăng hàm lượng BOD ở nghiệm thức 50%, hàm lượng BOD thấp nhất có ý nghĩa ở nghiệm thức 25% so với các nghiệm thức còn lại, không có sự khác biệt ý nghĩa thống kê giữa các nghiệm thức đối chứng, 50%, và 75% (Hình 20B). Sau 6 ngày thu mẫu, hàm lượng BOD đã giảm lần lượt là 70,6%, 22,1% và 44,6 % ở các nghiệm thức 25%, 50% và 75%. Kết quả này cao hơn hẳn so với kết quả nghiên cứu của Trương Thị Nga (2007) trong sử dụng bèo tai tượng xử lý nước thải từ hoạt động chăn nuôi chỉ đạt 44% nhu cầu oxy hóa học.

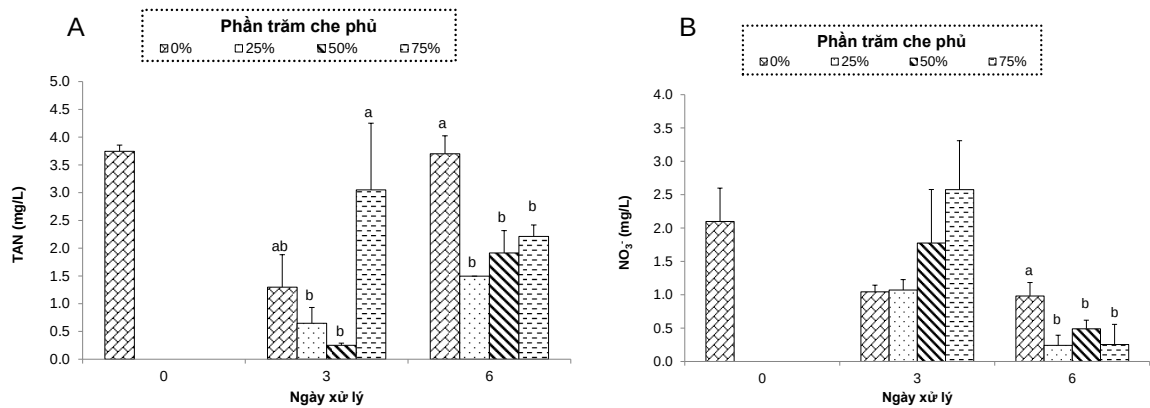


Hình 20: Biến động nhu cầu oxy hóa học (A) và sinh học (B) ở các nghiệm thức

2.4. Tổng đạm amoni (TAN) và nitrat (NO_3^-)

Hàm lượng TAN ở các nghiệm thức đều giảm sau 6 ngày xử lý. Sau 3 ngày xử lý, nghiệm thức 25 và 50% thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức 75% ($p<0,05$) (Hình 21A). Ở ngày thứ 6 hàm lượng TAN ở các nghiệm thức đều tăng so với ngày thứ 3, ngoại trừ nghiệm thức 75%. Sau 6 ngày xử lý, không có sự khác biệt có ý nghĩa về hàm lượng TAN ở các nghiệm thức có xử lý bằng thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi ($p>0,05$). Tuy nhiên, cả 3 nghiệm thức 25, 50, và 75% thấp có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức đối chứng ($p<0,05$). Sau 6 ngày thí nghiệm hàm lượng

TAN giảm 60,1% ở nghiệm thức 25%, 48,95% ở nghiệm thức 50%, và 41% ở nghiệm thức 75%.



Hình 21: Sự biến động của tổng đạm amoni (A) và nitrat (B) giữa các nghiệm thức

Hàm lượng NO_3^- ở các nghiệm thức biến động trong khoảng $0,2 \pm 0,2 \text{ mg/L}$ đến $1,0 \pm 0,2 \text{ mg/L}$, NO_3^- trung bình ở các nghiệm thức lần lượt là $1,0 \pm 0,2 \text{ mg/L}$; $0,2 \pm 0,2 \text{ mg/L}$; $0,5 \pm 0,1 \text{ mg/L}$ và $0,3 \pm 0,3 \text{ mg/L}$ tương ứng với nghiệm thức đối chứng (0%), 25%, 50% và 75% (Hình 21B).

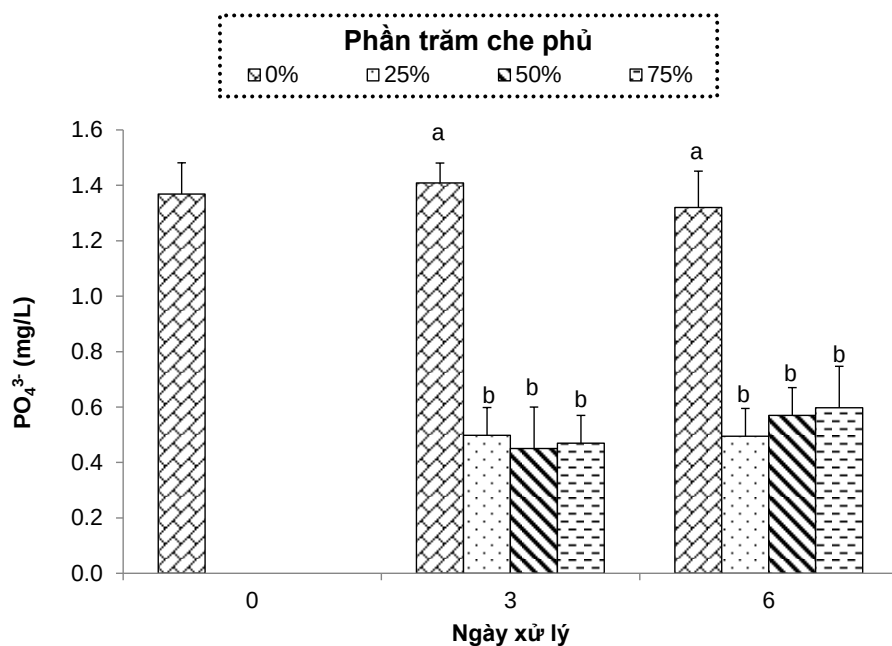
Nhìn chung, hàm lượng NO_3^- ở các nghiệm thức đều giảm sau 6 ngày thí nghiệm. Ở ngày thứ 3 hàm lượng NO_3^- tăng trở lại ở nghiệm thức 75% và giảm ở các nghiệm thức còn lại. Hàm lượng NO_3^- ở các nghiệm thức đối chứng, 25% đều thấp hơn có ý nghĩa so với các nghiệm thức 50% và 75%. Đến ngày thứ 6, hàm lượng NO_3^- giảm và thấp hơn ngày thứ 3, không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ở các nghiệm thức 25%, 50%, 75% và các nghiệm thức này đều thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$). Sau 6 ngày thu mẫu hàm lượng NO_3^- đã giảm ở tất cả các nghiệm thức 25%, 50%, và 75% lần lượt là 88,4%, 76,6% và 87,8%.

2.5. Tổng đạm (TN)

Hàm lượng TN sau 6 ngày thí nghiệm đều giảm ở tất cả các nghiệm thức, thấp nhất ở nghiệm thức 25% ($p < 0,05$). Sau 3 ngày xử lý, hàm lượng TN thấp nhất ở nghiệm thức 50% ($0,8 \text{ mg/L}$) và thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng và nghiệm thức 25% ($p < 0,05$), nhưng khác biệt không có ý nghĩa thống kê so với nghiệm thức 75% ($p > 0,05$). Sau 6 ngày thí nghiệm, hàm lượng TN được hấp thu từ 64,8%-63,7% ở các nghiệm thức được có bổ sung bèo tai tượng.

2.6. Lân hòa tan (PO_4^{3-})

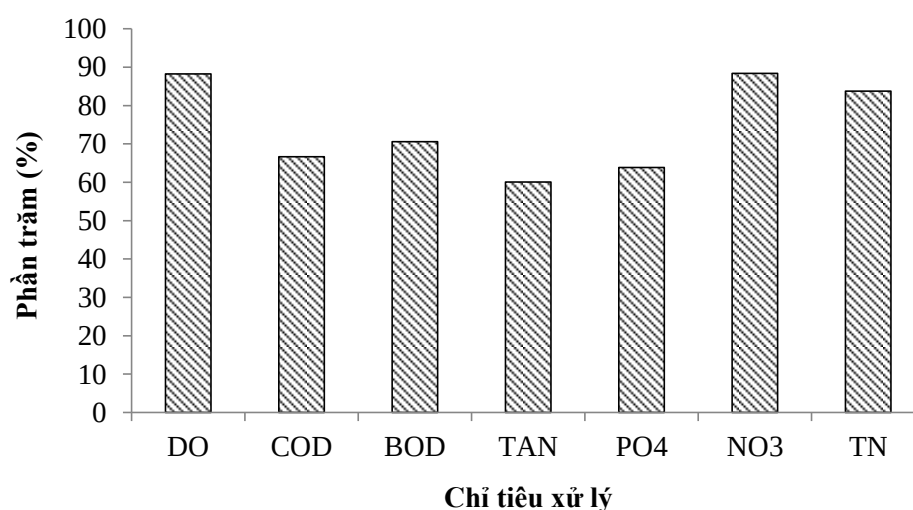
Kết quả phân tích cho thấy hàm lượng PO_4^{3-} giảm ở các nghiệm thức xử lý sau 6 ngày thí nghiệm. Sau 3 ngày bố trí, hàm lượng PO_4^{3-} ở các nghiệm thức 25%, 50%, 75% đều không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê và đều thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$). Sau 6 ngày xử lý, hàm lượng PO_4^{3-} ở các nghiệm thức không thay đổi nhiều so với ngày thứ 3 và các nghiệm thức 25%, 50%, và 75% đều thấp hơn có ý nghĩa so với nghiệm thức đối chứng ($p < 0,05$). Hàm lượng PO_4^{3-} ở các nghiệm thức có thực vật nằm trong khoảng 0,5-0,6mg/L. Sau 6 ngày xử lý hàm lượng PO_4^{3-} đã giảm 63,8%, 58,3% và 56,4% ở các nghiệm thức 25%, 50%, và 75% tương ứng (Hình 22).



Hình 22: Sự biến động của lân hòa tan (PO_4^{3-}) ở các nghiệm thức

Tóm lại, có sự khác biệt đáng kể giữa các nghiệm thức có bổ sung bèo tai tượng so với nghiệm thức đối chứng khi so sánh các chỉ tiêu DO, COD, BOD, TAN, NO_3^- , TN, và PO_4^{3-} ở mức $p < 0,05$. Sau 6 ngày bố trí, nghiệm thức bèo tai tượng che phủ 25% diện tích bề mặt làm tăng 88,2% DO; giảm 66,7% COD; 70,6% BOD; 60,1% TAN; 63,8% PO_4^{3-} ; 88,4% NO_3^- ; 83,7 % TN; và 70,4% PO_4^{3-} (Hình 23). Như vậy bèo tai tượng là loài thực vật thủy sinh thật sự có hiệu quả trong việc loại bỏ một phần dinh dưỡng trong nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh. Khi sử dụng chúng trong xử lý nước thải nên cho loại bèo này che phủ khoảng 25% bề mặt là thích hợp nhất. Nếu bố

trí ở mật độ cao, sự phân hủy sinh khối của bèo sẽ làm giảm lượng oxy hòa tan trong nước. Sinh khối bèo tăng lên nên loại bỏ để đạt hiệu quả xử lý tốt. Bố trí ở mật độ thưa bèo tai tượng không chiếm nhiều diện tích bề mặt, ít cản sáng giúp cho hệ sinh vật bên dưới phát triển tốt, vừa là giá thể cho một số loại vi khuẩn có lợi trong ao phát triển vừa là vật tiêu thụ các sản phẩm của chu trình nitơ và quá trình nitrat hóa trong bể (ao) xử lý. Nước sau khi xử lý có các chỉ tiêu chất lượng phù hợp với quy định về tiêu chuẩn nước thải thủy sản.



Hình 23: Hiệu suất xử lý của nghiệm thức bổ sung 25% bèo tai tượng (*P. tratiotes*)

PHẦN III

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

3.1 KẾT LUẬN

- Khi sử dụng thực vật thượng đẳng thủy sinh sống trôi nổi để xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh có hiệu quả đáng kể, chất lượng nước thải sau khi xử lý đạt tiêu chuẩn chất lượng nước mặt (QCVN 08:2008-BTNMT) và tiêu chuẩn nước thải (QCVN 24:2009-BTNMT).
- Trong các loài thực vật thủy sinh khác nhau, bèo tai tượng (*P. tratiotes*) có hiệu quả xử lý tốt nhất và ổn định thông qua sự hấp thu đáng kể làm lượng đạm TAN, NO_3^- , và TN trong nước thải sau 12 ngày xử lý.
- Độ che phủ 25% bề mặt nước thải có hiệu quả cao trong việc xử lý các thành phần dinh dưỡng trong nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh. Sau 6 ngày bố trí, nghiệm thức bèo tai tượng che phủ 25% diện tích bề mặt làm tăng oxy hòa tan và làm giảm hàm lượng photpho, nitơ trong nước đáng kể.

3.2 KIẾN NGHỊ

- Khuyến cáo sử dụng bèo tai tượng để xử lý nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh tại đồng bằng sông Cửu Long. Khuyến khích người nuôi bổ sung loại bèo này vào ao lắng và thường xuyên loại bỏ sinh khối bèo tăng lên, giữ khoảng 25% bèo trong ao để đạt hiệu quả xử lý tốt nhất, tránh tình trạng yếm khí xảy ra khi sinh khối bèo bao phủ quá nhiều bề mặt nước.
- Tiếp tục nghiên cứu tái sử dụng những nguồn thực vật thủy sinh trong mô hình xử lý nước thải để làm phân bón, thức ăn cho gia súc và gia cầm. Đây được xem là đầu ra để giải quyết sinh khối của thực vật thủy sinh được tạo ra trong quá trình xử lý.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Alex, M. and Theresa, A.R., 2000. Environmental Management for Aquaculture. Kluwer Academic Publishers. 244 pp.
- APHA, AWA and WEF., 1999. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th edition. American public Health Association 1015 Fifteenth Street, NW Washington, DC 20005.
- Boyd, C. E., 1998. Water quality for pond Aquaculture. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University. Alabama 36849 USA. 37 pp.
- Châu Minh Khôi, Nguyễn Văn Chí Dũng, Châu Thị Nhiên, 2012. Khả năng xử lý ô nhiễm đạm, lân hữu cơ hòa tan trong nước thải ao nuôi cá tra của lục bình (*eichhorina crassipes*) và cỏ vetiver (*vetiver zizanioides*). Tạp chí khoa học Trường đại học Cần Thơ năm, trang 151-160.
- Dương Thị Hoàng Oanh, 2012. Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải của tảo *Spirulina platensis*. Kỷ yếu Hội nghị khoa học thủy sản lần 4, trang 15-27.
- Dương Thúy Yên, 2003. Khảo sát một số tính trạng, hình thái, sinh trưởng và sinh lý của cá Basa (*P. bocourti*), cá tra (*P. hypophthalmus*) và con lai của chúng. Luận văn thạc sĩ. Khoa Thủy sản, Đại học Cần Thơ.
- Hardy, R.W., 1999. Effects of heat treatment and substitution level on palatability and nutritional value of soy defatted flour in feeds for Coho Salmon, *Oncorhynchus kisutch*. Aquaculture. 180pp. 129-145.
- Huỳnh Trường Giang, Vũ Ngọc Út, Trương Quốc Phú, 2008. Biến động các yếu tố môi trường trong ao nuôi cá tra (*P. hypophthalmus*) thâm canh ở An Giang. Tạp chí khoa học: Chuyên đề Thủy sản Đại học Cần Thơ trang 45-53.
- Janjit, I., Su, W.Y. and Jae S.R., 2006. Nutrient removals by 21 aquatic plants for vertical free surface-flow (VFS) constructed wetland, pp. 287-293.
- Lê Thanh Hùng và Huỳnh Phạm Việt Huy, 2006. Tình hình sử dụng thức ăn trong nuôi cá tra và basa khu vực ĐBSCL. Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, trang 144-151.
- Lê Hoàng Việt và Nguyễn Xuân Hoàng, 2004. Xử lý nước thải bằng lục bình. Tạp chí Nghiên cứu Khoa học (2) Đại học Cần Thơ, trang 91-95.
- Lê Bảo Ngọc, 2004. Đánh giá chất lượng môi trường ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh ở xã Tân Lộc, huyện Thốt Nốt, Thành phố Cần Thơ. Luận văn Thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Môi Trường, Đại học Cần Thơ.
- Lê Văn Cát, Đỗ Thị Hồng Nhung, Ngô Ngọc Cát, 2006. Nước nuôi thủy sản-chất lượng và giải pháp cải thiện chất lượng. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.

- Metcalf, T. and Eddy, 1991. Wastewater Engineering: Treatment Disposal and Reuse. 4th. Edition../revised by G. Tchobanoglous, F. Burton, Megraw-Hill. Inc..Boston. MA. 1771pp
- Muir, J.F., 1992. Economic aspects of water treatment in fish culture. In: Report of the EIFAC Technical paper 41. pp. 123-135.
- Ngô Thụy Diễm Trang và Hans Brix, 2012. Hiệu suất xử lý nước thải sinh hoạt của hệ thống đất ngập nước kiến tạo nền cá vận hành với mức tải nạp thủy lục cao. Tạp chí khoa học Trường đại học Cần Thơ, trang 161-171.
- Nguyễn Thị Dung , 2001. Thực nghiệm nuôi cá tra thịt trắng trong ao đất. Trung tâm khuyến nông, Sở nông nghiệp và phát triển nông thôn An Giang.
- Nguyễn Thị Huyền, 2008. Thử nghiệm mô hình xử lý nước ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh bằng phương pháp hóa và sinh học. Luận văn Thạc sỹ Khoa học Ngành Nuôi trồng Thủy sản.
- Phuong, T.N, 1998. Cage culture of *Pangasius* catfish in Mekong delta, Viet Nam. Unpublished PhD thesis, National Institute Polytechnique of Toulouse, France.
- Pilly, T.V.R., 1992. Aquaculture and Environment. Blackwell Scientific Publication Inc., Cambridge, England. 189 pp.
- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt, Bộ Tài nguyên và Môi trường. QCVN 08: 2008/BTNMT.
- Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp, Bộ Tài nguyên và Môi trường. QCVN 24: 2009/BTNMT.
- Tạ Văn Phương, 2006. Ứng dụng ozon xử lý nước và vi khuẩn *Vibrio spp.* trong bể ương ấu trùng tôm sú. Tạp chí khoa học trường Đại học Cần Thơ, trang 25-33.
- Trương Quốc Phú, 2012. Thành phần hóa học bùn đáy ao nuôi cá Tra (*pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh. Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ, trang 290-299.
- Trương Quốc Phú và Yang Yi, 2003. Ảnh hưởng của việc nuôi cá da trơn trong bè đến chất lượng môi trường nước ở huyện Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. Số định kỳ 03 năm 2007. 199:8-17.
- Trần Bình Tuyên, 2000. Ảnh Hưởng của các phương pháp cho ăn đối với sự tăng trưởng của cá tra bần (*Pangasius Kunyit*). Luận văn tốt nghiệp Đại học. Khoa Thủy sản Đại học Cần Thơ.
- Trương Thị Nga, Lương Nhã Ca, Trương Hoàng Đan, Nguyễn Xuân Lộc, Nguyễn Công Thuận, 2007. Xử lý nước thải chăn nuôi bằng bèo tai tượng (*pistia stratiotes*) và bèo tai chuột (*salvinia cucullata*). Khoa Học Đất 28, trang 80-83.

Udomkarn, C., 1989. Effects of ozonation on COD elimination of substituted aromatic compounds in aqueous solution. Department of chemistry, 1330 Adara-TURKEY, pp. 21-26.

Wafaa A.E., Gahiza I., Farid, A.E., Tarek, T., and Doaa, H., 2007. Assessment of the efficiency of duckweed (*lemna gibba*) in wastewater treatment. International journal of Agriculture. 1560 pp. 681-687.

Các website tham khảo:

<http://www.wrd.gov.vn/Noi-dung/Phat-trien-nuoi-ca-Tra-o-DBSCL-va-cac-van-de-moi-truong-can-giai-quyet/29796.news>

http://www.vietlinh.com.vn/library/news/aquaculture_technology_news_show.asp?ID=556

<http://www.tiengiang.gov.vn/xemtin.asp?cap=3&id=10781&idcha=9662>

<http://luongk29.blogspot.com/2012/10/tac-dung-cua-beo-tay.html>

<http://hiendaihoa.com/cong-nghe-moi-truong/giai-phap-xu-ly-nuoc/xu-ly-chat-thai-nuoi-ca-Tra.html>

<http://www.fistenet.gov.vn/b-tin-tuc-su-kien/a-tin-van/hoi-nghi-so-ket-san-xuat-va-tieu-thu-ca-Tra-vung-111bscl-6-thang-111au-nam>