

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ**

**ĐẶNG QUỐC CƯỜNG**

**SỬ DỤNG NƯỚC THẢI  
TRONG AO NUÔI THÂM CANH CÁ TRA  
ĐỂ TƯỚI LÚA**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ  
NGÀNH MÔI TRƯỜNG ĐẤT VÀ NƯỚC  
MÃ NGÀNH: 62 44 03 03**

**2016**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CẦN THƠ**

**ĐẶNG QUỐC CƯỜNG**

**SỬ DỤNG NƯỚC THẢI  
TRONG AO NUÔI THÂM CANH CÁ TRA  
ĐỂ TƯỚI LÚA**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ  
NGÀNH MÔI TRƯỜNG ĐẤT VÀ NƯỚC  
MÃ NGÀNH: 62 44 03 03**

**CÁN BỘ HƯỚNG DẪN  
PGs. Ts. TRƯƠNG THỊ NGÀ**

**2016**

## LỜI CẢM ƠN

### **Xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến**

PGs. Ts Trương Thị Nga đã tận tình hướng dẫn, tạo mọi điều kiện thuận lợi, đóng góp những lời khuyên và kinh nghiệm quý báu trong nghiên cứu để tôi hoàn thành luận án này.

### **Xin chân thành cảm ơn**

Ban Giám Hiệu Trường Đại học Cần Thơ, Ban Chủ nhiệm khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Khoa Sau Đại học.

Quý Thầy Cô, anh chị em Bộ môn Khoa học môi trường ngành Môi trường đất và nước.

Xin chân thành cảm ơn gia đình tôi đã ủng hộ tôi về mặt vật chất lẫn tinh thần, tạo mọi điều kiện thuận lợi để tôi có thể yên tâm học tập và công tác.

Xin trân trọng ghi nhớ tất cả những đóng góp chân tình, sự động viên, giúp đỡ nhiệt tình của bạn bè và các anh em mà tôi không thể liệt kê hết trong trang này.

Một lần nữa xin chân thành biết ơn!

## TÓM TẮT

Ô nhiễm môi trường nước do chất thải từ hoạt động nuôi cá tra thâm canh hiện là một thực trạng cần được quan tâm. Một trong những giải pháp khả thi là tận dụng nguồn dinh dưỡng đậm, lân có trong nước thải và tái sử dụng cho sản xuất nông nghiệp. Luận án “*Sử dụng nước thải trong ao nuôi thâm canh cá tra để tưới lúa*” được thực hiện nhằm mục đích tận dụng nguồn dinh dưỡng có trong nước thải ao nuôi cá tra để tưới lúa và hạn chế lượng phân hóa học sử dụng trên đồng ruộng, góp phần hạn chế ô nhiễm môi trường nước mặt. Các thí nghiệm trong đề tài được thực hiện nhằm đạt được những mục tiêu sau: (1) Đánh giá hiện trạng, tình hình nuôi cá tra tại một số khu vực thuộc đồng bằng sông Cửu Long làm cơ sở cho việc đề xuất các biện pháp quản lý chất thải từ ao nuôi cá tra; (2) Khảo sát và phân tích nước thải ao nuôi cá tra để đánh giá thành phần và tính chất; (3) Đánh giá được tải lượng chất ô nhiễm của nước thải trong ao nuôi cá tra; (4) Đánh giá khả năng xử lý nước thải ao nuôi cá tra của ruộng lúa và lợi ích môi trường khi sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới lúa.

Qua phỏng vấn 50 hộ nuôi cá tra thâm canh tại huyện Vĩnh Thạnh, Cần Thơ cho thấy, thời gian nuôi cá tra kéo dài từ 6 – 12 tháng, mật độ thả nuôi trung bình là 42 con/m<sup>2</sup>, trong đó mật độ thấp nhất là 30 con/m<sup>2</sup> và cao nhất là 81 con/m<sup>2</sup>, kích cỡ trung bình là 30 con/kg. Có đến 90% các hộ được phỏng vấn có mật độ nuôi ≤ 50 con/m<sup>2</sup>. 100% các hộ nuôi cá tra không xử lý nước thải ao nuôi trước khi thải ra môi trường. Thành phần dinh dưỡng trong ao nuôi cá tra dao động trung bình từ 45,33 – 82,56 mg/L đối với COD; 8,59 – 11,48 mg/L đối với TKN và 0,84 – 1,87 mg/L đối với TP. Tải lượng ô nhiễm trung bình của một vụ nuôi cá tra thâm canh là 533,67 tấn COD/ha; 148,33 tấn TKN/ha và 44,50 tấn TP/ha.

Các thí nghiệm được tiến hành trên vụ lúa Đông Xuân và Hè Thu tại huyện Vĩnh Thạnh cho thấy hàm lượng đạm lân trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh đều giảm sau khi qua ruộng lúa. Hiệu suất xử lý tổng nitơ Kjeldahl (TKN) đối với điều kiện bón NPK là 63,7% thấp hơn điều kiện bón bổ sung 2/3 NPK (67,5%) và điều kiện chỉ bón bổ sung kali (73,1%). Tương tự đối với tổng lân (TP), ở điều kiện bón bổ sung Kali có hiệu suất xử lý cao (84,6%) hơn các nghiệm thức còn lại. Ở điều kiện bón bổ sung NPK cho hiệu suất thấp hơn (78,4%). Ngoài ra, hiệu suất loại bỏ đạm, lân luôn tăng theo thời gian sinh trưởng và phát triển của lúa. Hiệu suất xử lý ở giai đoạn cây mạ đạt 45,99% (TKN) và 37,23% (TP) thấp hơn các giai đoạn khác và ở giai đoạn cây lúa vào hạt đạt 72,33% (TKN) và 70,92% (TP) cao hơn các giai đoạn còn lại.

Như vậy, kết quả nghiên cứu của luận án đã chứng minh rằng việc sử dụng nước thải để tưới lúa có ý nghĩa về khía cạnh môi trường, giảm lượng nước thải và các chất hàm lượng gây ô nhiễm, đồng thời tận dụng nước thải tưới lúa có thể giảm lượng phân bón vô cơ để canh tác lúa.

***Từ khóa: Cá tra, nước thải, ruộng lúa, dinh dưỡng lúa, tái sử dụng, tải lượng ô nhiễm***

## ABSTRACT

Environmental pollution due to wastewater from catfish cultivation is a severe existing situation should be concerned. One of feasible solutions is profiting the nutrient N, P in the wastewater which can be reused. The dissertation “*Using wastewater from catfish pond for irrigating paddy field*” was implemented with the purpose to recycle nutrients in wastewater from catfish ponds for rice cultivation, limit inorganic fertilizer application and contribute to reduce the water pollution. The dissertation experiments had been fulfilled to obtain the objectives: (1) Assess the situation of catfish farming some of the Mekong Delta area; (2) Survey and analyse the composition and nature of fishpond wastewater; (3) Assess the pollution load of wastewater in catfish pond (4) Assess the wastewater treatment effectiveness of paddy fields and environmental benefit when using wastewater from catfish pond for rice cultivation.

Through interviewing 50 households which were intensive catfish farmers in Vinh Thanh district, Can Tho city, the results showed that catfish cultivation period lasts from 6-12 months. The average stocking density was 42 individual/m<sup>2</sup>, while the lowest density was 30 individual/ m<sup>2</sup> and the highest was 81 individual/m<sup>2</sup>, the average size was 30 individual/kg. Around 90% of catfish farmer told that the stocking density was less than 50 individual/m<sup>2</sup>. All of catfish farmers have no wastewater treatment ponds before discharging into the waterbody. Composition of nutrient in catfish ponds ranged from 45.33 to 82.56 mg/L for COD; 8.59 to 11.48 mg/L of TKN and 0.84 to 1.87 mg/L TP. The pollution load of COD, TKN and TP was of 533.67; 148.33 and 44.5 tons/ha respectively.

The results conducted in Winter - Spring and summer-autumn crops in Vinh Thanh district showed that the concentration of nitrogen and phosphorus in the wastewater of catfish ponds was decreased after going through paddy fields. Total Kjeldahl Nitrogen (TKN) removal efficiency by paddy field was 63.7% in NPK usage treatment, which was lower than in 2/3 NPK (67.5%) and in potassium fertilizer only treatment (73.09%). Similarly, the treating efficiency of total phosphorus (TP) in the treatment with only potassium fertilizer (84.6%) was higher than other treatments and NPK usage treatment was lower than other treatments (78.4%). In addition, the removal efficiency of nitrogen, phosphorus has been increasing in function of time according to the growth and development stage of rice. The removal efficiency of TKN, TP in seedling (45.99%, 37.23%, respectively) was lower than other stages; the

efficiency in fruiting (72.33%, 70.92% respectively) was higher than other stages.

Therefore, the research results of the thesis have demonstrated that reusing wastewater for rice irrigation contributed significant environmental aspects, reduced the amount of waste water and the concentration of pollution substances. Using wastewater for rice irrigation also reduced the amount of inorganic fertilizers in rice cultivation.

***Keywords: Pangasianodon hypophthalmus, waste water, paddy field, nutrients rice, reuse, the pollution load***

***Title: Using wastewater from intensive catfish pond for irrigating paddy field.***

## **CAM KẾT KẾT QUẢ**

Tôi xin cam kết luận án này được hoàn thành dựa trên các kết quả nghiên cứu của tôi và các kết quả nghiên cứu này chưa được công bố ở bất kỳ đề tài nghiên cứu khoa học; nhiệm vụ khoa học hay luận văn; luận án nào trước đây.

*Cần Thơ, ngày.....tháng.....năm 2016*

Tác giả luận án



# MỤC LỤC

<b>TÓM TẮT</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>Chương 1 GIỚI THIỆU</b> .....	<b>1</b>
1.1 Đặt vấn đề .....	1
1.2 Mục tiêu nghiên cứu .....	2
1.2.1 Mục tiêu tổng quát.....	2
1.2.2 Mục tiêu cụ thể .....	2
1.3 Đối tượng nghiên cứu .....	2
1.4 Phạm vi nghiên cứu .....	2
1.5 Nội dung nghiên cứu.....	3
1.6 Ý nghĩa khoa học của luận án.....	3
1.7 Ý nghĩa thực tiễn của luận án .....	3
1.8 Điểm mới của luận án .....	4
<b>Chương 2 TỔNG QUAN TÀI LIỆU</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tình hình nuôi cá tra ( <i>Pangasius hypophthalmus</i> ) .....	5
2.1.1 Tình hình nuôi cá tra trên thế giới và Việt Nam .....	5
2.1.2 Tình hình nuôi cá tra ở một số tỉnh đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL).....	6
2.1.2.1 Định hướng Quy hoạch vùng nuôi tập trung ở các tỉnh ĐBSCL. 6	
2.1.2.2 Hiện trạng nuôi cá tra sau năm 2012 đến nay .....	8
2.2 Quy trình nuôi cá tra thâm canh .....	11
2.3 Đặc điểm môi trường nước trong ao nuôi thâm canh cá tra .....	13
2.3.1 Giá trị pH trong ao nuôi cá tra thâm canh .....	16
2.3.2 Oxy hòa tan (DO) trong ao nuôi cá tra.....	16
2.3.3 Nhu cầu oxy hóa học (COD) trong ao nuôi cá tra.....	16
2.3.4 Đạm trong ao nuôi cá tra thâm canh.....	17
2.3.5 Lân trong ao nuôi cá tra thâm canh .....	19
2.4 Tổng quan về cây lúa .....	21
2.4.1 Phân loại lúa .....	21
2.4.1.1 Theo đặc tính thực vật học .....	21
2.4.1.2 Theo sinh thái địa lý.....	22
2.4.1.3 Theo đặc tính sinh lý.....	22
2.4.1.4 Theo điều kiện môi trường canh tác .....	23
2.4.1.5 Theo đặc tính sinh hóa hạt gạo .....	23
2.4.1.6 Theo đặc tính hình thái.....	23
2.4.2 Các giai đoạn phát triển của cây lúa.....	24
2.4.3 Một số giống lúa phổ biến ở ĐBSCL.....	24

2.4.3.1 Giống lúa OM 6976 .....	25
2.4.3.2 Giống lúa Jasmine 85 .....	26
2.5 Nhu cầu dinh dưỡng và nhu cầu nước qua các thời kỳ sinh trưởng của cây lúa .....	27
2.5.1 Nhu cầu dinh dưỡng của cây lúa .....	27
2.5.2 Nhu cầu nước qua các thời kỳ sinh trưởng của cây lúa .....	29
2.5.2.1 Thời kỳ gieo – mạ .....	29
2.5.2.2 Thời kỳ đẻ nhánh đến đứng cái.....	30
2.5.2.3 Thời kỳ làm đòng đến trổ bông.....	30
2.5.2.4 Thời kỳ trổ đến chín.....	30
2.6 Các cơ chế loại bỏ chất ô nhiễm bằng đất ngập nước .....	31
2.6.1 Cơ chế loại chất hữu cơ BOD .....	31
2.6.2 Cơ chế loại nitơ .....	33
2.6.3 Cơ chế loại photpho.....	33
2.7 Xử lý nước thải bằng cánh đồng tưới và cánh đồng lọc.....	34
2.8 Tổng quan các phương pháp xử lý nước thải ao nuôi cá Tra .....	36
2.9 Tổng quan về tái sử dụng nước thải ao nuôi cá Tra cho nông nghiệp.....	38
2.10 Giới thiệu đặc điểm vùng nghiên cứu.....	39
2.10.1 Vị trí địa lý huyện Vĩnh Thạnh .....	39
2.10.2 Đặc điểm vùng nghiên cứu.....	40
<b>Chương 3 NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .....</b>	<b>42</b>
3.1 Thời gian và địa điểm nghiên cứu .....	42
3.2 Phương tiện nghiên cứu .....	42
3.3 Nội dung và phương pháp nghiên cứu.....	42
3.3.1 Đánh giá hiện trạng nuôi cá tra ở ĐBSCL và thành phần, tính chất nước thải ao nuôi cá tra ở khu vực nghiên cứu.....	42
3.3.1.1 Mục tiêu nghiên cứu .....	42
3.3.1.2 Phương pháp thực hiện .....	42
3.3.2 Đánh giá tải lượng COD, tổng đạm và tổng lân tại ao nuôi cá tra .....	44
3.3.2.1 Mục tiêu cụ thể.....	44
3.3.2.2 Phương pháp thực hiện .....	44
3.4.2.3 Phương pháp đo lưu lượng.....	45
3.4.2.4 Phương pháp thu mẫu .....	46
3.4.2.5 Phương pháp phân tích.....	47
3.4.2.6 Phương pháp tính toán .....	47
3.3.3 Nghiên cứu vai trò của đất lúa trong việc làm giảm ô nhiễm hữu cơ N, P có trong nước thải ao nuôi cá tra .....	48
3.4.3.1 Mục tiêu nghiên cứu .....	48
3.4.3.2 Phương pháp thực hiện .....	48

3.4.4 Xây dựng mô hình sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới trên ruộng lúa .....	56
3.4.4.1 Bố trí thí nghiệm .....	56
3.4.4.2 Thu thập số liệu.....	57
3.5 Xử lý số liệu.....	57
<b>CHƯƠNG 4 KẾT QUẢ THẢO LUẬN.....</b>	<b>59</b>
4.1 Hiện trạng nuôi cá tra ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và thành phần, tích chất nước thải ao nuôi cá tra ở khu vực nghiên cứu .....	59
4.1.1 Thành phần, tính chất nước thải ao nuôi cá tra ở một số vùng trọng điểm ĐBSCL.....	59
4.1.2 Hiện trạng và thành phần và tính chất nước ao nuôi cá tra thâm canh tại khu vực nghiên cứu.....	60
4.1.2.1 Hiện trạng nuôi cá tra ở vùng nghiên cứu.....	60
4.1.2.2 Thành phần tính chất nước thải ao nuôi cá tra ở khu vực khảo sát .....	62
4.2 Tải lượng COD, tổng đạm và tổng lân trong ao nuôi cá tra .....	66
4.2.1 Tải lượng COD trong ao nuôi cá tra.....	66
4.2.1.1 Tải lượng COD của ao nuôi theo thời gian nuôi.....	66
4.2.2 Tải lượng TKN trong nước ao nuôi cá tra.....	68
4.2.2.1 Tải lượng TKN của ao theo thời gian nuôi .....	68
4.2.3 Tải lượng TP trong nước ao nuôi cá tra .....	70
4.2.3.1 Tải lượng TP của ao nuôi theo thời gian nuôi .....	70
4.3 Vai trò của ruộng lúa trong việc làm giảm ô nhiễm chất hữu cơ, đạm, lân có trong nước thải ao nuôi cá tra .....	73
4.3.1 Thành phần hóa học đất trồng lúa trước và sau khi sử dụng nước thải ao nuôi cá tra canh tác lúa Hè Thu .....	73
4.3.1.1 pH trong đất lúa.....	73
4.3.1.2 EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) trong đất lúa .....	74
4.3.1.3 Chất hữu cơ (%CHC) trong đất lúa .....	75
4.3.1.4 Nitơ tổng số (%N) trong đất lúa.....	78
4.3.1.5 N- $\text{NO}_3^-$ (mg/kg) trong đất lúa.....	80
4.3.1.6 N- $\text{NH}_4^+$ (mg/kg) trong đất trồng lúa .....	82
4.3.1.7 Lân dễ tiêu trong đất lúa .....	83
4.3.2 Khả năng làm giảm ô nhiễm nước thải ao cá tra của ruộng lúa trong vụ lúa Hè Thu 2013 .....	85
4.3.2.1 pH của nước thải sau khi qua ruộng lúa.....	85
4.3.2.2 DO (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa .....	86
4.3.2.3 Độ đục (NTU) của nước thải sau khi qua ruộng lúa.....	86
4.3.2.4 EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) của nước thải sau khi qua ruộng lúa .....	87

4.3.2.5 COD (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa.....	88
4.3.2.6 TKN (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa .....	89
4.3.2.7 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa.....	91
4.3.2.8 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa .....	93
4.3.2.9 TP (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa .....	95
4.3.3 Hiệu suất loại bỏ đạm, lân .....	97
4.3.3.1 Ở các điều kiện sử dụng nước tưới và bón phân hóa học .....	97
4.3.3.2 Theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa .....	98
4.3.4 Năng suất lúa .....	98
4.3.4.1 Đặc điểm sinh trưởng của cây lúa.....	99
4.3.4.2 Năng suất lúa.....	100
4.3.4.3 Chi phí và lợi nhuận.....	102
4.3.5 Hàm lượng đạm, lân trong nước thải sau khi qua ruộng lúa và sự tích lũy đạm, lân, Kali trong thân cây lúa và hạt lúa trong vụ Đông Xuân 2013 - 2014	104
4.3.5.1 Hàm lượng đạm lân trong nước thải sau khi qua ruộng lúa.....	104
4.3.5.2 Sự tích lũy đạm lân Kali trong thân cây lúa (% trong sinh khối khô) .....	105
4.3.5.3 Sự tích lũy đạm, lân, Kali trong hạt lúa (% trong sinh khối khô) .....	106
4.4 Ứng dụng nhân rộng mô hình sử dụng nước thải để tưới lúa.....	109
<b>CHƯƠNG 5 KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....</b>	<b>112</b>
5.1 Kết luận.....	112
5.2 Kiến nghị.....	113
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	
<b>PHỤ LỤC</b>	

## DANH SÁCH BẢNG

Bảng 2.1 Quy hoạch phát triển nuôi cá tra vùng ĐBSCL đến năm 2020.....	7
Bảng 2.2 Bảng phân bố diện tích nuôi cá tra của các tỉnh ở vùng ĐBSCL.....	7
Bảng 2.3 Hiện trạng sản xuất cá tra ở các tỉnh ĐBSCL năm 2013 .....	8
Bảng 2.4 Diện tích nuôi cá tra ở tỉnh An Giang năm 2013 .....	9
Bảng 2.5 Thống kê diện tích mặt nước ao nuôi cá tra thâm canh (ha).....	10
Bảng 2.6 Diện tích và sản lượng cá tra qua các năm.....	10
Bảng 2.7 Ước lượng chất thải phát sinh từ 1 ha nuôi cá tra .....	15
Bảng 2.8 Đặc trưng hình thái và sinh lý tổng quát của 3 nhóm giống lúa .....	22
Bảng 2.9 Phân loại gạo dựa vào hàm lượng amylose trong tinh bột.....	23
Bảng 2.10 Đặc tính cơ bản của giống lúa OM 6976 .....	26
Bảng 2.11 Năng suất lúa và lượng chất dinh dưỡng hút từ đất ở các ô không bón phân N, P, K.....	27
Bảng 2.12 Động thái tích lũy dinh dưỡng của cây lúa (%) .....	28
Bảng 3.1 Thời điểm gian thu mẫu nước thải .....	43
Bảng 3.2 Các phương pháp phân tích mẫu đất.....	50
Bảng 3.3 Các phương pháp phân tích mẫu nước.....	54
Bảng 3.4 Các phương pháp phân tích mẫu nước.....	56
Bảng 3.5 Các phương pháp phân tích mẫu cây lúa .....	56
Bảng 3.6 Thông tin chung ruộng lúa và ao cá tra thí nghiệm.....	57
Bảng 4.1 Thành phần tính chất nước thải trung bình của các ao nuôi cá tra ở một số vùng trọng điểm ở ĐBSCL .....	59
Bảng 4.2 Kết quả phỏng vấn của 50 hộ tại huyện Vĩnh Thạnh.....	61
Bảng 4.3 Diễn biến thành phần hóa học của nước thải ao nuôi cá tra thâm canh tại huyện Vĩnh Thạnh theo thời gian .....	63
Bảng 4.4 Lưu lượng nước và nồng độ COD cao nhất trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải 3 ngày liên tục trong tháng theo thời gian nuôi cá tra thâm canh .....	66
Bảng 4.5 Tải lượng COD ao nuôi theo thời gian nuôi và trong vụ nuôi .....	67
Bảng 4.6 Lưu lượng nước và nồng độ TKN cao nhất trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải 3 ngày liên tục trong tháng theo thời gian nuôi cá tra thâm canh .....	68
Bảng 4.7 Tải lượng TKN ao nuôi theo thời gian nuôi và trong vụ nuôi .....	69
Bảng 4.8 Lưu lượng nước và nồng độ TP cao nhất trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải 3 ngày liên tục trong tháng theo thời gian nuôi cá tra thâm canh..	71
Bảng 4.9 Tải lượng TP ao nuôi theo thời gian nuôi và trong vụ nuôi.....	72
Bảng 4.10 Diễn biến pH trong đất theo thời gian.....	74

Bảng 4.11	Diễn biến EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) trong đất theo thời gian .....	75
Bảng 4.12	Diễn biến chất hữu cơ (%CHC) trong đất.....	76
Bảng 4.13	Diễn biến N tổng (%N tổng) trong đất.....	79
Bảng 4.14	Diễn biến N- $\text{NO}_3^-$ (mg/kg) trong đất.....	81
Bảng 4.15	Diễn biến N- $\text{NH}_4^+$ (mg/kg) trong đất .....	82
Bảng 4.16	Diễn biến lân dễ tiêu trong đất .....	83
Bảng 4.17	Tính chất vật lý, hóa học trung bình của đất trồng lúa.....	84
Bảng 4.18	Giá trị pH trong nước thải ao cá tra sau khi qua ruộng lúa .....	85
Bảng 4.19	Nồng độ DO trong nước thải ao cá tra sau khi đi qua ruộng lúa ...	86
Bảng 4.20	Độ đục trong nước thải ao nuôi cá tra sau khi đi qua ruộng lúa ....	87
Bảng 4.21	Độ dẫn điện EC trong nước thải ao nuôi cá tra sau khi đi qua ruộng lúa.....	88
Bảng 4.22	Hàm lượng COD trong nước thải ao nuôi cá tra sau khi đi qua ruộng lúa .....	89
Bảng 4.23	Hàm lượng TKN trong nước thải ao nuôi cá tra sau khi đi qua ruộng lúa .....	90
Bảng 4.24	Hàm lượng $\text{NH}_4^+$ trong nước thải trước và sau khi đi qua ruộng lúa .....	92
Bảng 4.25	Giá trị $\text{NO}_3^-$ trong nước thải ao cá tra sau khi đi qua ruộng lúa.....	94
Bảng 4.26	Giá trị TP trong nước thải ao cá tra sau khi đi qua ruộng lúa .....	95
Bảng 4.27	Thành phần năng suất.....	100
Bảng 4.28	Hàm lượng đạm, lân trong nước thải được hấp thu sau khi qua ruộng lúa trong từng nghiệm thức .....	104
Bảng 4.29	Đạm, lân và Kali tổng số trong thân cây lúa (%) .....	105
Bảng 4.30	Đạm, Lân, Kali trong hạt lúa (%).....	107
Bảng 4.31	Trung bình tích lũy đạm, lân, Kali trong hạt lúa.....	108
Bảng 4.32	Trung bình đạm, lân, Kali và chất hữu cơ trong đất trước và sau khi thu hoạch lúa tại vùng nghiên cứu ở các nghiệm thức .....	109
Bảng 4.33	Năng suất lúa trung bình tại các điểm thí nghiệm.....	110

## DANH SÁCH HÌNH

Hình 2.1 Sơ đồ sản xuất cá tra trong ao.....	12
Hình 2.2 Mô hình khái niệm hệ thống Thức ăn – Cá – Chất thải.....	15
Hình 2.3 Chu trình nitơ trong ao cá .....	18
Hình 2.4 Dòng chảy nitơ dựa trên cân bằng khối lượng .....	19
Hình 2.5 Chu trình lân trong ao cá nuôi .....	20
Hình 2.6 Dòng chảy lân dựa trên cân bằng khối lượng .....	21
Hình 2.7 Các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa và nhu cầu tưới (xấp xỉ) .....	31
Hình 2.8 Bản đồ hành chính huyện Vĩnh Thạnh .....	40
Hình 3.1 Ao cá tra nghiên cứu .....	45
Hình 3.2 Bố trí thí nghiệm trong thùng .....	49
Hình 3.3 Sơ đồ minh họa cách bố trí thí nghiệm.....	51
Hình 3.4 Các nghiệm thức được bố trí trên ruộng trong vụ lúa Hè Thu .....	52
Hình 3.5 Các nghiệm thức được bố trí trên ruộng trong vụ Đông Xuân.....	55
Hình 4.1 Trung bình nồng độ TKN trong nước thải ao cá tra sau khi tưới lúa.....	91
Hình 4.2 Trung bình nồng độ $\text{NH}_4^+$ trong nước thải ao cá tra sau tưới lúa.....	93
Hình 4.3 Trung bình nồng độ $\text{NO}_3^-$ trong nước thải ao cá tra sau khi tưới lúa.....	95
Hình 4.4 Trung bình nồng độ TP trong nước thải ao cá tra sau khi tưới lúa.....	96
Hình 4.5 Hiệu suất làm giảm đạm và lân.....	97
Hình 4.6 Hiệu suất làm giảm đạm, lân .....	98
Hình 4.7 Đặc điểm sinh trưởng của cây lúa .....	99
Hình 4.8 Đặc điểm của hạt lúa Hình 4.9 Trọng lượng 1.000 hạt (g).....	101
Hình 4.11 Năng suất lúa của các NT .....	102
Hình 4.12 Thành tiền, chi phí và lợi nhuận sau khi thu hoạch .....	103

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

ATTP	An toàn thực phẩm
BOD <sub>5</sub>	Biochemical Oxygen Demand
BTNMT	Bộ Tài nguyên môi trường
CHC	Chất hữu cơ
COD	Chemical Oxygen Demand
ĐBSCL	Đồng bằng sông Cửu Long
DO	Dissolved Oxygen
DON	Dissolved Organic Nitrogen
DOP	Dissolved Organic Phosphorus
DT	Diện tích
ĐVT	Đơn vị tính
FCR	Hệ số chuyển đổi thức ăn
K	Kali
KH	Kế hoạch
N	Đạm
NĐ-CP	Nghị định - chính phủ
NN&PTNT	Nông nghiệp và Phát triển nông thôn
NSLT	Năng suất lý thuyết
NSS	Ngày sau sạ
NT	Nghiệm thức
P	Lân
PON	Particulate Organic Nitrogen
POP	Particulate Organic Phosphorus
TCN	Tiêu chuẩn ngành
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
TĐTTGD	Tốc độ tăng trưởng giai đoạn
TNTN	Tài nguyên thiên nhiên
TP	Thành phố
VASEP	Hiệp hội chế biến và xuất khẩu thủy sản Việt Nam
XLN	Xử lý nước



# Chương 1

## GIỚI THIỆU

### 1.1 Đặt vấn đề

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là một vùng trọng điểm về nuôi trồng và chế biến xuất khẩu thủy sản, đem lại nhiều lợi ích cho kinh tế và xã hội. Diện tích nuôi cá tra của các tỉnh ĐBSCL cả năm 2014 ước đạt hơn 5.500 ha với sản lượng 1.116 ngàn tấn (Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2014). Bên cạnh đó, hoạt động nuôi trồng thủy sản vẫn tồn tại những vấn đề bất cập. Nước thải trong nuôi trồng thủy sản được thải trực tiếp ra môi trường bên ngoài mà không qua xử lý. Vấn đề này không chỉ ảnh hưởng tại một vùng nuôi mà còn ảnh hưởng đến các vùng lân cận khác. Nghiên cứu tận dụng các chất thải nói chung và chất thải trong ngành thủy sản nói riêng cho mục đích nông nghiệp là mục tiêu cần thiết hiện nay trên thế giới cũng như ở Việt Nam mà cụ thể là ĐBSCL – vựa lúa lớn nhất của cả nước và có ngành nghề nuôi trồng thủy hải sản phát triển.

Thực tế đã cho thấy nuôi cá tra theo hình thức thâm canh đã có tác động lớn đến môi trường do thức ăn dư thừa, chất thải dạng phân và chất bài tiết tích tụ lại trong nước (Cao Văn Thích, 2008). Theo nghiên cứu của Nguyễn Phan Nhân (2011), trong 1 vụ nuôi cá với diện tích thả nuôi 5.181,5 m<sup>2</sup>, mật độ 53 con/m<sup>2</sup>, tổng lượng thức ăn cung cấp là 197.750 tấn thì thải ra môi trường 191,37 tấn COD; 50,11 tấn TKN và 16,55 tấn TP. Nghiên cứu của Phan Thi Anh *et al.*, (2010) cũng cho thấy, sản xuất 1 tấn cá tra phát thải 200,9 kg BOD; 246,6 kg COD; 557,1 kg TSS; 36,5 kg nitơ và 9,1 kg phospho. Như vậy, ước tính sản xuất cá tra ở ĐBSCL năm 2014 thải ra môi trường là 275.205,6 tấn (COD), 40.734 tấn (N) và 10.155,6 tấn (P). Các mẫu nước sông rạch lấy gần khu nuôi cá tra cho thấy nồng độ các chất ô nhiễm cao hơn QCVN 08:2008 cột B từ vài trăm đến vài ngàn lần, thậm chí vài chục ngàn lần (Lê Anh Tuấn, 2007). Do đó, tiềm năng gây ô nhiễm nước từ các ao thủy sản thâm canh là rất lớn, đồng thời nó có tác động ngược lại gây ảnh hưởng tiêu cực đến nghề nuôi thủy sản (Nguyễn Tiền Giang và *ctv.*, 2009).

Nước thải từ các ao nuôi cá tra có hàm lượng dinh dưỡng và chất hữu cơ cao, cần thiết cho quá trình phát triển của cây lúa. Do đó, tận dụng nguồn dưỡng chất có trong nước thải ao nuôi cá tra cung cấp cho quá trình phát triển của cây lúa, để giảm lượng phân hóa học của nông dân sử dụng và hạn chế ô nhiễm nước mặt do việc xả chất thải ao cá gây ra là rất cần thiết.

## **1.2 Mục tiêu nghiên cứu**

### **1.2.1 Mục tiêu tổng quát**

Nghiên cứu tái sử dụng nước thải từ ao nuôi cá tra để tưới cho ruộng lúa, nhằm tận dụng nguồn dinh dưỡng có trong nước thải ao nuôi cá tra để giảm lượng phân hóa học sử dụng và góp phần xử lý làm giảm ô nhiễm nguồn nước mặt do việc thay nước ao cá trong quá trình nuôi.

### **1.2.2 Mục tiêu cụ thể**

- Đánh giá hiện trạng, tình hình nuôi cá tra tại một số khu vực thuộc đồng bằng sông Cửu Long làm cơ sở cho việc đề xuất các biện pháp quản lý chất thải từ ao nuôi cá tra;

- Khảo sát và phân tích nước thải ao nuôi cá tra để đánh giá thành phần và tính chất;

- Đánh giá được tải lượng chất ô nhiễm của nước thải trong ao nuôi cá tra;

- Đánh giá khả năng xử lý nước thải ao nuôi cá của ruộng lúa và lợi ích môi trường khi sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới lúa.

## **1.3 Đối tượng nghiên cứu**

Nước thải ao nuôi cá tra thâm canh tại huyện Vĩnh Thạnh và huyện Thạnh Mỹ, thành phố Cần Thơ, đất ruộng trồng lúa và cây lúa của các hộ xung quanh được chọn làm đối tượng nghiên cứu. Trong từng giai đoạn phát triển của cây lúa, đề tài sẽ đánh giá khả năng làm giảm ô nhiễm nước thải của ao nuôi cá tra thâm canh sau khi qua ruộng lúa.

## **1.4 Phạm vi nghiên cứu**

Khảo sát đánh giá hiện trạng nuôi cá tra, thành phần tính chất và lượng thải của ao cá tại huyện Vĩnh Thạnh (Cần Thơ), Thạnh Mỹ (Cần Thơ), Long Hồ (Vĩnh Long), Hồng Ngự (Đồng Tháp), Châu Thành (An Giang) nhằm đánh giá chất lượng nước thải ao nuôi cá tra thâm canh ở các khu vực nghiên cứu.

Thí nghiệm sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới lúa trong nhà lưới và ngoài đồng được tiến hành vào vụ Đông Xuân và Hè Thu từ năm 2013 đến năm 2015 thuộc huyện Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ trên 2 giống lúa Jasmine (105 ngày) và OM 6976 (90 ngày) nhằm xác định khả năng làm giảm ô nhiễm và tăng lượng dinh dưỡng trong lúa..

Thực nghiệm mô hình sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới trên cánh đồng lúa tại Hồng Ngự (Đồng Tháp), Châu Thành (An Giang) và Long Hồ (Vĩnh Long) nhằm đánh giá kết quả nghiên cứu ngoài thực tiễn.

### **1.5 Nội dung nghiên cứu**

Khảo sát hiện trạng nuôi cá tra thâm canh ở một số tỉnh đồng bằng sông Cửu Long như An Giang, Vĩnh Long, Cần Thơ và thành phần, tính chất nước thải ao nuôi cá tra tại một số vùng trọng điểm như Đồng Tháp, An Giang, Vĩnh Long và Cần Thơ.

Đánh giá tải lượng ô nhiễm COD, tổng đạm, tổng lân của ao nuôi cá tra thâm canh tại huyện Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ.

Nghiên cứu vai trò của ruộng lúa trong việc làm giảm ô nhiễm chất hữu cơ, đạm, lân,... có trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh theo từng giai đoạn sinh trưởng và phát triển của cây lúa.

### **1.6 Ý nghĩa khoa học của luận án**

- Luận án đã phân tích, đánh giá được thành phần, tính chất của nước thải ao nuôi cá tra theo thời gian nuôi và tải lượng của chúng trong một vụ nuôi, nhằm định hướng cho việc tái sử dụng nước thải ao nuôi cá tra thâm canh cho mục đích nông nghiệp, thay vì trực tiếp thải ra môi trường như hiện nay.

- Luận án đã xác định được hàm lượng đạm, lân trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh đều giảm sau khi qua ruộng lúa. Dinh dưỡng đạm, lân có trong nước thải được cây lúa hấp thu, chuyển hóa và tích lũy trong sinh khối ở bộ phận trên mặt đất sau 12 tuần thí nghiệm.

- Luận án cũng đánh giá được vai trò của đất trồng lúa đối với khả năng xử lý các chất ô nhiễm hữu cơ cũng như các thành phần đạm, lân có trong nước thải ao nuôi cá tra. Nghiên cứu cho thấy tái sử dụng nước thải tưới cho lúa không chỉ góp phần cho đất lúa ổn định về các thành phần lý, hóa mà còn có khả năng bù lại cho đất các chất dinh dưỡng đã mất đi do cung cấp cho quá trình sinh trưởng của cây lúa.

### **1.7 Ý nghĩa thực tiễn của luận án**

- Kết quả nghiên cứu cho thấy nếu tưới lúa kết hợp với bón 2/3 lượng phân NPK sẽ cho năng suất lúa và lợi nhuận cao nhất.

- Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng có thể nhân rộng việc sử dụng cánh đồng lúa để xử lý nước thải ao nuôi cá tra ở những vùng có hoạt động nuôi cá tra và trồng lúa, góp phần bảo vệ môi trường nước mặt.

- Là cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo về việc tái sử dụng nước thải ao nuôi cá tra cho các đối tượng cây trồng khác. Kết quả nghiên cứu của luận án có thể triển khai và áp dụng vào thực tế ở đồng bằng sông Cửu Long và các tỉnh khác có điều kiện tương tự.

### ***1.8 Điểm mới của luận án***

- Đánh giá được khả năng cung cấp đạm, lân từ nước thải ao nuôi cá tra ở khu vực nghiên cứu, cụ thể giảm 1/3 lượng phân bón hóa học sử dụng mà không ảnh hưởng tới năng suất lúa.

- Kết quả của luận án đánh giá được khả năng xử lý các chất gây ô nhiễm có trong nước thải ao nuôi cá tra bằng ruộng lúa qua quá trình hấp thu đạm, lân; tích lũy trong sinh khối ở các bộ phận trên mặt đất khi cây phát triển sau 12 tuần thí nghiệm.

- Giảm nồng độ các chất ô nhiễm có trong nước thải ao nuôi cá tra cho thấy vai trò của ruộng lúa đối với việc xử lý các chất ô nhiễm trong nước thải ao nuôi cá tra.

## Chương 2

### TỔNG QUAN TÀI LIỆU

#### 2.1 Tình hình nuôi cá tra (*Pangasius hypophthalmus*)

##### 2.1.1 Tình hình nuôi cá tra trên thế giới và Việt Nam

Cá tra là loài cá được nuôi nhiều ở các nước Đông Nam Á và là một trong những loài cá nuôi quan trọng của khu vực này. Bốn nước trong hạ lưu sông Mekong đã có nghề nuôi cá truyền thống là Thái Lan, Campuchia, Lào và Việt Nam do có nguồn cá giống tự nhiên khá phong phú. Ở Campuchia, tỷ lệ cá tra thả nuôi chiếm 98% trong 3 loài thuộc họ cá tra, chỉ có 2% là cá Basa và Vồ Đém, sản lượng cá tra nuôi chiếm 1/2 tổng sản lượng cá tra nuôi cả nước. Tại Thái Lan, trong số 8 tỉnh nuôi cá nhiều nhất thì có đến 50% trại nuôi cá tra. Một số nước trong khu vực: Malaysia, Indonesia cũng đã nuôi cá hiệu quả từ thập niên 70 – 80 của thế kỷ trước (Phân viện kinh tế và quy hoạch thủy sản phía Nam, 2008). Theo báo cáo của Phan Thi Anh *et al.* (2010) cho rằng, sản lượng thủy sản có xu thế tăng, chủ yếu do nhu cầu tiêu thụ sản phẩm này tăng và nhu cầu cho nguồn thức ăn mới. Hệ thống trang trại công nghiệp cá nước ngọt cá tra (*Pangasius hypophthalmus*) ở các quốc gia đã và đang phát triển mạnh trong những năm gần đây và trở thành ngành công nghiệp thủy sản quan trọng. Theo số liệu trong Báo cáo của OECD và FAO năm 2014 cho thấy, tính đến năm 2012 sản lượng thủy sản thế giới đạt gần 154 triệu tấn.

Báo cáo của Phân viện kinh tế và quy hoạch thủy sản phía Nam (2008), nuôi cá tra và cá Basa ở Việt Nam đã có từ những năm 50 của thế kỷ XX, xuất phát từ đồng bằng sông Cửu Long, ban đầu chỉ nuôi ở quy mô nhỏ, nhằm tự cung tự cấp thực phẩm. Các hình thức nuôi chủ yếu là tận dụng ao, hầm, ruộng và nguồn thức ăn sẵn có. Cuối thập niên 90, nghề nuôi cá tra, basa đã có những bước tiến vượt bậc, các doanh nghiệp đã tìm được thị trường xuất khẩu, các nhà khoa học đã thành công trong quy trình sản xuất giống và kỹ thuật nuôi thâm canh đạt kết quả cao. Việc chủ động sản xuất giống cá tra, basa nhân tạo, đáp ứng đủ nhu cầu sản xuất đã mở ra khả năng sản xuất hàng hóa tập trung phục vụ cho xuất khẩu và tiêu dùng nội địa. Với chi phí đầu tư thấp, năng suất và thị trường xuất khẩu cao, nghề nuôi cá tra đã trở nên phổ biến trong hệ thống nuôi trồng Việt Nam. Bên cạnh đó, sự phát triển ngành nuôi cá tra cũng đã tạo ra nguồn việc làm (10%) địa phương và quốc gia (Phan Thi Anh *et al.*, 2010).

Sự phát triển này tạo ra lợi nhuận và thu nhập, nó cũng gây ra những mối nguy hại và tác động xấu đến môi trường như ô nhiễm hoặc thay đổi sự đa dạng sinh học (Pullin, 1993 và Tovar *et al.*, 2000). Những tác động về môi

trường của ngành nuôi công nghiệp thủy sản này cũng tương tự như tác hại của các chất thải từ các ngành công nghiệp khác. Điều này cũng gây ra những ảnh hưởng nghiêm trọng như sự phú dưỡng, sự thiếu oxygen và gây ra sự ô nhiễm nguồn nước xung quanh, ảnh hưởng đến môi trường sống của các sinh vật khác, làm thay đổi hay gây bất lợi cho các hệ sinh thái môi trường và thậm chí không thể sử dụng nguồn nước này cho các mục đích khác, bao gồm nuôi và thu hoạch các loài thủy sinh tự nhiên khác (Folke and Kautsky, 1992).

### ***2.1.2 Tình hình nuôi cá tra ở một số tỉnh đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL)***

Theo báo cáo của Nguyễn Thanh Phương và *ctv.* (2011) khi điều tra 94 hộ nuôi cá tra thương phẩm, 45 trại sản xuất giống và 47 hộ ương giống trong thời gian từ tháng 2 đến tháng 5 năm 2009 ở vùng ĐBSCL cho thấy ao nuôi cá tra thường bố trí dọc sông hoặc dọc các nhánh sông/kênh rạch. Diện tích nuôi dao động trong khoảng 0,2 đến 30 ha (trung bình 4,09 ha) và diện tích mặt nước dao động trong khoảng 0,12 đến 20 ha (trung bình 2,67 ha). Số lượng ao nuôi ở 1 trang trại dao động từ 1 đến 17 ao và có diện tích ao nuôi dao động từ 0,88 đến 2,2 ha. Có xấp xỉ 72% trang trại có diện tích nhỏ hơn 5 ha và chỉ có 9% trang trại có diện tích bằng hoặc lớn hơn 10 ha.

#### ***2.1.2.1 Định hướng Quy hoạch vùng nuôi tập trung ở các tỉnh ĐBSCL***

Theo Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2014), quyết định phê duyệt quy hoạch nuôi, chế biến cá tra vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2020, việc phát triển nuôi, chế biến cá tra vùng ĐBSCL thành ngành kinh tế quan trọng của thủy sản Việt Nam theo hướng công nghiệp và thân thiện với môi trường. Chỉ tiêu đến năm 2016, diện tích mặt nước nuôi cá tra là 5.300 – 5.400 ha, sản lượng 1.250.000 – 1.300.000 tấn; đến năm 2020 diện tích mặt nước nuôi cá tra là 7.600 – 7.800 ha và sản lượng là 1.800.000 – 1.900.000 tấn. Cụ thể từng vùng như sau:

Bảng 2.1 Quy hoạch phát triển nuôi cá tra vùng ĐBSCL đến năm 2020

STT	Tên địa phương	Quy hoạch đến năm 2015		Quy hoạch đến năm 2020	
		Diện tích mặt nước nuôi (ha)	Sản lượng (tấn)	Diện tích mặt nước nuôi (ha)	Sản lượng (tấn)
1	An Giang	1.000	300.000	1.430	470.000
2	Đồng Tháp	1.500	370.000	2.000	500.000
3	Cần Thơ	900	146.000	1.100	162.000
4	Vĩnh Long	550	110.000	800	170.000
5	Bến Tre	750	165.000	800	175.000
6	Sóc Trăng	200	46.000	400	92.000
7	Trà Vinh	130	30.000	580	132.000
8	Tiền Giang	140	40.000	240	67.000
9	Hậu Giang	180	43.000	340	82.000
10	Kiên Giang	20	3.000	30	4.500
<b>Tổng cộng</b>		<b>5.370</b>	<b>1.253.000</b>	<b>7.720</b>	<b>1.854.500</b>

*Nguồn: Bộ Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2014*

\* Quy hoạch vùng nuôi cá tra tập trung của các tỉnh vùng ĐBSCL

Bảng 2.2 Bảng phân bố diện tích nuôi cá tra của các tỉnh ở vùng ĐBSCL

Tỉnh	Các huyện có diện tích nuôi cá tra tập trung
An Giang	An Phú, Châu Phú; Phú Tân; Chợ Mới; Châu Thành; Tp. Long Xuyên; Thoại Sơn
Đồng Tháp	Thanh Bình, thị xã Cao Lãnh, huyện Cao Lãnh, Lai Vung, Lấp Vò, thị xã Sa Đéc, Châu Thành, Tam Nông
Cần Thơ	Thốt Nốt, Vĩnh Thạnh, Cái Răng
Vĩnh Long	Bình Minh, Trà Ôn và dọc sông Tiền thuộc các huyện Long Hồ, Măng Thít, Vũng Liêm
Tiền Giang	Cái Bè, Cai Lậy, Châu Thành, Chợ Gạo và Tân Phú Đông
Bến Tre	Chợ Lách (dọc sông Hàm Luông, sông Cổ Chiên và sông Tiền), huyện Châu Thành (dọc sông Tiền và sông Hàm Luông), Bình Đại và Giồng Trôm
Sóc Trăng	Kế Sách và Cù Lao Dung
Trà Vinh	Càng Long, Tiểu Cần, Cầu Kè và Châu Thành
Hậu Giang	Châu Thành, Thị xã Ngã Bảy và huyện Phụng Hiệp (khu vực tiếp giáp sông Hậu và ven Kênh xáng Mái Dầm, Cái Côn, Lái Hiếu)

*Nguồn: Bộ Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2014*

Như vậy, nghiên cứu của luận án hoàn toàn phù hợp với định hướng Quy hoạch vùng nuôi tập trung ở các tỉnh ĐBSCL theo Quyết định số 3885/QĐ-BNN-

TCTS ngày 11/09/2014 về Quy hoạch nuôi, chế biến cá tra vùng ĐBSCL đến năm 2020 của Bộ NN&PTNT, là sẽ kết hợp với trồng trọt nghiên cứu sử dụng chất thải từ ao nuôi cá tra làm phân bón cho cây trồng, giảm nguồn gây ô nhiễm xả thải trực tiếp ra môi trường tự nhiên.

#### 2.1.2.2 Hiện trạng nuôi cá tra sau năm 2012 đến nay

Theo Bộ NN&PTNT lược trích bởi Nguyễn Văn Thuận (2015), năm 2012 thị trường xuất khẩu cá tra đã khôi phục trở lại, diện tích nuôi đạt 5.469 ha. Đến cuối năm 2013, diện tích nuôi ở ĐBSCL đạt 5.477 ha. Trong đó, 5 tỉnh An Giang, Đồng Tháp, Cần Thơ, Vĩnh Long và Bến Tre chiếm khoảng 5.000 ha (Bảng 2.3)

Bảng 2.3 Hiện trạng sản xuất cá tra ở các tỉnh ĐBSCL năm 2013

Địa phương	Diện tích (ha)	Sản lượng (tấn)
An Giang	1.269	237.954
Đồng Tháp	1.769	376.411
Cần Thơ	856	142.018
Vĩnh Long	424	101.332
Bến Tre	700	158.800
Sóc Trăng	107	23.000
Trà Vinh	62	23.800
Tiền Giang	123	35.837
Hậu Giang	167	35.289
<b>Tổng</b>	<b>5.477</b>	<b>1.134.441</b>

*Nguồn: Bộ Nông Nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2013 được trích bởi Nguyễn Văn Thuận, 2015.*

Bảng 2.3 cho thấy, tổng sản lượng cá tra nuôi năm 2013 đạt trên 1 triệu tấn. Trong đó, Đồng Tháp chiếm 33% tổng sản lượng cá tra toàn vùng, tiếp đến là An Giang 21%, Bến Tre 14%, Cần Thơ 13% và Vĩnh Long chiếm 9%. Về sản lượng, 5 tỉnh này chiếm khoảng 90% tổng sản lượng cá tra nguyên liệu của ĐBSCL (Nguyễn Văn Thuận, 2015)

Báo cáo của tổng cục thống kê tỉnh An Giang đến thời điểm 01/11/2013, diện tích cá tra là 1.269 ha, bằng 95,35% so với cùng kỳ. Trong đó, diện tích vùng nuôi của các doanh nghiệp thu hoạch là 538 ha chiếm 42,53%, tăng 70,79% (223 ha) còn lại là nông hộ chiếm 57,47% so với cùng kỳ. Tuy nhiên, trong 731 ha của nông dân nuôi thì số lượng diện tích nuôi gia công cũng chiếm một phần rất lớn. Các huyện có diện tích vùng nuôi cá tra doanh nghiệp nhiều như: Chợ Mới 195,57 ha chiếm 70,07% (diện tích toàn huyện 279,12 ha), Thoại Sơn là 104,4 ha chiếm 66,06% (diện tích toàn huyện là 158,05 ha), Long Xuyên là 62,63 ha chiếm 65,74% (diện tích toàn huyện là



95,27 ha), Châu Phú 60 ha chiếm 22,75% (diện tích toàn huyện 263,78 ha). Sản lượng cá tra, basa thu hoạch được 242.524 tấn (năm 2012 là 245.690 ha), sản lượng thu hoạch của doanh nghiệp năm 2013 là 137.324 tấn (năm 2012 là 129.234 tấn), tăng 8.090 tấn chiếm 56,62% sản lượng cá tra thu hoạch của toàn tỉnh. Các huyện có sản lượng cá tra thu hoạch nhiều là: Chợ Mới là 54.074 tấn; Châu Phú là 52.926 tấn; Châu Thành là 46.272 tấn; Long Xuyên là 24.952 tấn.

Bảng 2.4 Diện tích nuôi cá tra ở tỉnh An Giang năm 2013

Huyện/TP	Diện tích (ha)	Sản lượng (tấn)
Long Xuyên	95,27	24.952
Châu Đốc	21,94	3.349
An Phú	43,45	5.769
Tân Châu	30,81	6.179
Phú Tân	133,06	21.942
Châu Phú	263,78	52.926
Tịnh Biên	11,88	1.009
Tri Tôn	26,09	667
Châu Thành	205,85	46.272
Chợ Mới	279,12	54.074
Thoại Sơn	158,05	20.816
<b>Tổng</b>	<b>1.269</b>	<b>242.524</b>

(Nguồn: Tổng cục thống kê tỉnh An Giang, 2013)

Báo cáo của Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Vĩnh Long năm 2013, diện tích nuôi cá tra toàn tỉnh hiện có 423,17 ha mặt nước nuôi cá tra thâm canh, tăng 0,14% (0,61 ha) so với cùng kỳ năm 2012. Diện tích nuôi tập trung nhiều ở huyện Long Hồ (108,10 ha), Bình Tân (85,13 ha), Vũng Liêm (81,50 ha). Diện tích chuyển sang đối tượng khác: 3,63 ha (chủ yếu nuôi các đối tượng như: ương cá tra giống, điều hồng, trê, lăng nha, cá lóc...), giảm 3,83 ha so với cùng kỳ. Diện tích ngưng nuôi toàn tỉnh có 39,12 ha (từ 2 vụ trở lên), tăng 30,4% (9,14 ha) và tăng 11 ha so với tháng trước (28,12 ha). Trong đó diện tích ngưng nuôi tập trung nhiều ở các huyện: Vũng Liêm (23,42 ha); kể đến là Bình Tân (6,59 ha), Mang Thít (6,18 ha). Nguyên nhân chủ yếu là do giá cá không ổn định trong thời gian dài, giá cá tra nguyên liệu dưới giá thành

sản xuất nên một số cơ sở nuôi bị lỗ liên tục không còn đủ khả năng tài chính để đầu tư tiếp (Bảng 2.5).

Bảng 2.5 Thống kê diện tích mặt nước ao nuôi cá tra thâm canh (ha)

Huyện	Tổng diện tích	Đang nuôi	Diện tích chưa thả	Diện tích treo	Diện tích chuyển
TXVL	5,77	3,56	0,91	0,66	0,64
Long Hồ	108,10	69,33	38,00	0,77	-
Mang Thít	64,75	43,93	13,35	6,18	1,29
Tam Bình	21,17	12,36	8,81	-	-
Vũng Liêm	81,50	41,79	16,29	23,42	-
Bình Minh	9,76	9,76	-	-	-
Bình Tân	85,13	60,13	18,01	6,59	0,4
Trà Ôn	46,99	37,67	6,52	1,5	1,3
<b>Tổng cộng</b>	<b>423,17</b>	<b>278,53</b>	<b>101,89</b>	<b>39,12</b>	<b>3,63</b>

(Nguồn: Chi cục Thủy sản, Sở NN&PTNT tỉnh Vĩnh Long, 2013)

Theo báo cáo của Chi cục Thủy sản thành phố Cần Thơ, diện tích thả nuôi cá tra năm 2014 là 831 ha bằng 97% so với cùng kỳ năm 2013 (856 ha). Sản lượng thu hoạch 150.634 tấn bằng 106% so với cùng kỳ năm 2013 (142.018 tấn), đạt năng suất 234 tấn/ha; diện tích cá tra giống 659 ha, sản lượng 380 triệu giống.

Bảng 2.6 Diện tích và sản lượng cá tra qua các năm (Nguồn: Tổng hợp báo cáo của Chi cục Thủy sản Cần Thơ, 2014)

Năm	Diện tích (ha)	So với cùng kỳ (%)	Sản lượng (tấn)	So với cùng kỳ (%)
<b>2012</b>	1.152/809*	123	167.094	102
<b>2013</b>	856	74	142.018	85
<b>2014</b>	831	97	150.634	106
<b>2015 (chỉ tiêu)</b>	820	-	150.000	-

Ghi chú: \* Diện tích nuôi/diện tích ao; Diện tích cá tra mang sang năm 2011 là 276 ha; Diện tích cá tra mang sang năm 2013 là 451 ha.

Kết quả thực hiện Nghị định số 36/2014/NĐ-CP: Cấp 65 giấy đăng ký nuôi cá tra thương phẩm với diện tích là 133 ha và sản lượng dự kiến là 58.983 tấn. Diện tích nuôi liên kết giữa công ty và hộ nuôi ổn định, hiện tại được 57 ha tập trung chủ yếu ở Thốt Nốt và Vĩnh Thạnh. Mô hình nuôi cá tra thâm

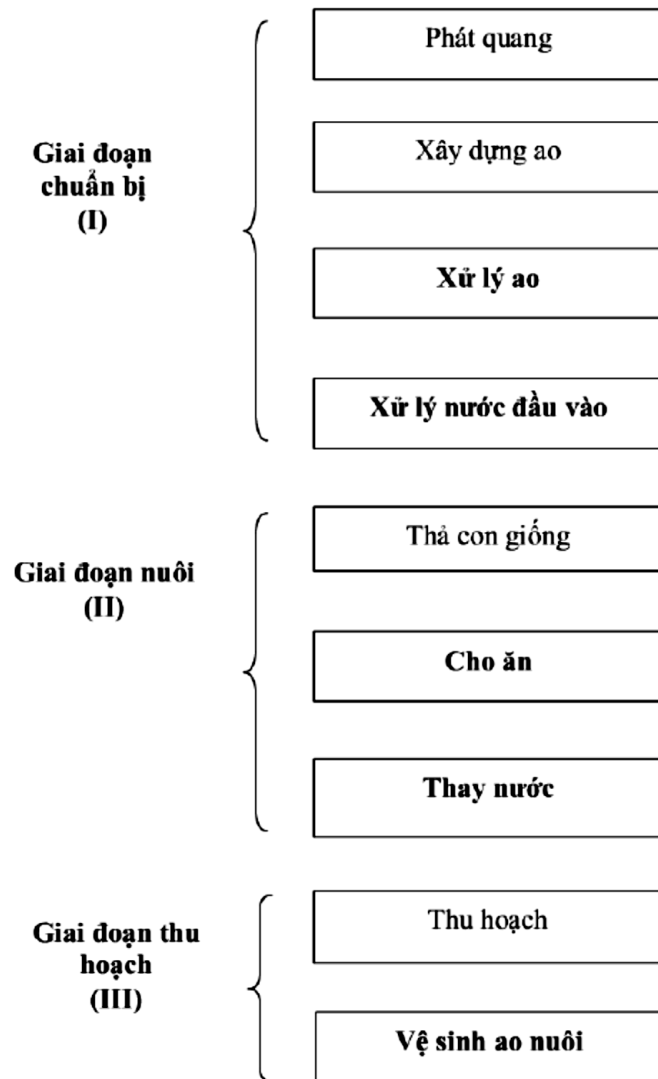
canh với năng suất trung bình 250 tấn/ha, đóng góp khoảng 75% tổng sản lượng nuôi thủy sản của toàn thành phố, cá tra đóng góp khoảng 40% trong kim ngạch xuất khẩu.

Theo kế hoạch của Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn thành phố Cần Thơ (2012), Cần Thơ phân vùng nuôi thành hai tiểu vùng chính. Tiểu vùng 1 bao gồm huyện Thốt Nốt, một phần huyện Vĩnh Thạnh và các cồn trên sông Hậu sẽ chuyên nuôi tôm càng xanh, cá tra, basa, cá đồng, cá lồng bè trên diện tích 16.000 ha. Tiểu vùng 2 bao gồm các huyện Vĩnh Thạnh, Cờ Đỏ, Phong Điền và một số quận sẽ chuyển sang nuôi cá da trơn, cá đồng trên diện tích 10.000 ha. Loại hình nuôi là nuôi chuyên, nuôi kết hợp hoặc luân canh tôm-lúa hoặc lúa-cá. Dự kiến đến năm 2014, Cần Thơ đạt sản lượng 221.000 tấn và nâng lên 269.000 tấn vào năm 2016 để đến năm 2020 đạt 335.000 tấn. Hiện dẫn đầu về sản lượng thủy sản là các huyện Vĩnh Thạnh, Cờ Đỏ, Thốt Nốt.

## **2.2 Quy trình nuôi cá tra thâm canh**

Theo Dương Nhựt Long (2007), cá tra có thể thả nuôi quanh năm, tuy nhiên thời vụ thả nuôi cá tra thích hợp nhất từ tháng 5 – 7 hàng năm, vì đây là mùa sinh sản của cá tra nên chất lượng con giống sẽ tốt hơn so với các thời điểm khác trong năm. Mật độ cá thả nuôi là 10-15 con/m<sup>2</sup>, kích cỡ cá giống từ 10-12 cm. Trong điều kiện nguồn nước tốt và thức ăn đầy đủ có thể thả nuôi với mật độ cao hơn dao động từ 20 – 30 con/m<sup>2</sup>. Đối với lượng thức ăn trong các giai đoạn nuôi, thức ăn ở 2 tháng đầu phải đảm bảo hàm lượng đạm 28%. Giai đoạn tiếp theo, hàm lượng đạm giảm xuống còn 25-26%. Trong 2 tháng cuối trước khi thu hoạch, hàm lượng đạm của thức ăn giảm xuống còn 20-22%. Mỗi ngày cho cá ăn 2-4 lần, sáng vào lúc 6-10 giờ, chiều tối vào lúc 15-18 giờ. Khẩu phần thức ăn công nghiệp là 2,0-2,5% khối lượng cá trong ao/ngày. Đối với ao nuôi, hằng ngày phải chú ý theo dõi hoạt động của cá, mức độ sử dụng thức ăn, tình hình thời tiết để điều chỉnh lượng thức ăn cho hợp lý và đạt hiệu quả. Thay nước cho ăn nuôi hằng ngày, mỗi ngày khoảng 25-30% lượng nước ao.

Kết quả khảo sát của Phan Thi Anh *et al.* (2010), thì quá trình sản xuất cá tra của các hộ dân trong khu vực đồng bằng sông Cửu Long bao gồm 3 giai đoạn chính: giai đoạn chuẩn bị (I), giai đoạn nuôi (II) và giai đoạn thu hoạch (III) (Hình 2.1).



Hình 2.1 Sơ đồ sản xuất cá tra trong ao (Nguồn: Phan Thi Anh *et al.*, 2010)

Ở giai đoạn chuẩn bị (giai đoạn I), đây là việc làm cần thiết nhằm giảm thiểu các rủi ro do dịch bệnh gây ra, đảm bảo môi trường cho cá sinh trưởng (Nguyễn Thanh Phương *và ctv.*, 2011). Ao nuôi được tháo cạn nước, dọn sạch cỏ, rong tảo dưới đáy và xung quanh bờ bao của ao, nạo vét bùn và rải một lớp vôi dưới đáy ao với lượng 10-15kg/100m<sup>2</sup> để điều chỉnh pH và tiêu diệt mầm bệnh. Sau đó, ao được phơi từ 2-3 ngày nhằm tiêu diệt hết mầm bệnh còn sót lại nhờ tia tử ngoại mặt trời trước khi bơm nước trở lại từ kênh hoặc sông gần nhất. Giai đoạn cải tạo ao giữa hai chu kỳ nuôi dao động trong khoảng 2 – 45 ngày tùy thuộc từng hộ nuôi khác nhau.

Trong giai đoạn nuôi (giai đoạn II), kích cỡ cá giống nuôi dao động từ 1,0 đến 8,5 cm (trung bình 4,5 cm) đối với cá hương hoặc 1,2 đến 20 cm (trung bình 8,6 cm) đối với cá giống, phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên từng trại nuôi. Mật độ thả dao động rất lớn là 18 – 125 con/m<sup>2</sup> (trung bình 48) và 5 – 31 con/m<sup>2</sup> (trung bình 12) và phụ thuộc vào cỡ giống, khả năng tài chính của

người nuôi và khả năng cung cấp giống (Nguyễn Thanh Phương và *ctv.*, 2011). Nghiên cứu của Lê Lệ Hiền (2008), mật độ nuôi đã tăng lên là 45-60 con/m<sup>2</sup>, với kích cỡ cá giống từ 1,2-2,0 cm. Cá được cho ăn trong suốt giai đoạn nuôi (6 tháng đến 8 tháng), sử dụng 2 loại thức ăn chính là thức ăn công nghiệp và thức ăn tự chế. Thức ăn tự chế là nguyên nhân gây ô nhiễm nước và phát sinh lượng bùn thải nhiều hơn so với thức ăn viên vì hiệu quả sản xuất thấp, đòi hỏi số lượng sử dụng nhiều để đạt tốc độ tăng trưởng như thức ăn công nghiệp. Tỷ lệ chuyển đổi thức ăn từ 2,0-3,5 đối với thức ăn tự chế và từ 1,5-1,7 đối với thức ăn công nghiệp (Hung & Huy, 2006 được trích bởi Phan Thi Anh *et al.*, 2010). Việc trao đổi nước hằng ngày làm tăng tốc độ phát triển và chất lượng thịt của cá. Lượng trao đổi nước khoảng 20% trong suốt 3-4 tháng đầu và khoảng 40% trong suốt 2-3 tháng cuối (Anh & Mai, 2009a được trích bởi Phan Thi Anh *et al.*, 2010). Theo điều tra của Nguyễn Thanh Phương và *ctv.* (2011), trung bình một ngày có ít nhất khoảng 30% lượng nước được thay trong giai đoạn hai tháng cuối trước khi thu hoạch.

Giai đoạn thu hoạch (giai đoạn III) bắt đầu sau 6 tháng nuôi, khi đó trọng lượng cá đạt khoảng 1,0-1,2 kg/con. Sau khi thu hoạch cá thì một lượng lớn nước thải và bùn thải từ ao nuôi được thải ra môi trường. Sau giai đoạn thu hoạch thì ao được tháo cạn nước và chuẩn bị bước vào vụ tiếp theo.

Trong quá trình nuôi cá tra thâm canh, thay nước là vấn đề không thể thiếu trong hoạt động nuôi cá tra. Đối với vụ nuôi khoảng 180 ngày (6 tháng), nếu như không tính đến nước mưa, lượng nước bốc hơi và bỏ qua độ dốc, lượng nước thải ra là 2.160.000 m<sup>3</sup>/ha/vụ; tổng lượng nước cấp cho một mùa vụ là 2.200.000 m<sup>3</sup>/ha/vụ (Phan Thi Anh *et al.*, 2010). Theo Bosma *et al.* (2009), lượng nước sử dụng khoảng 3.100 m<sup>3</sup>/tấn, lượng nước sử dụng thật sự 3 m<sup>3</sup>/kg cá.

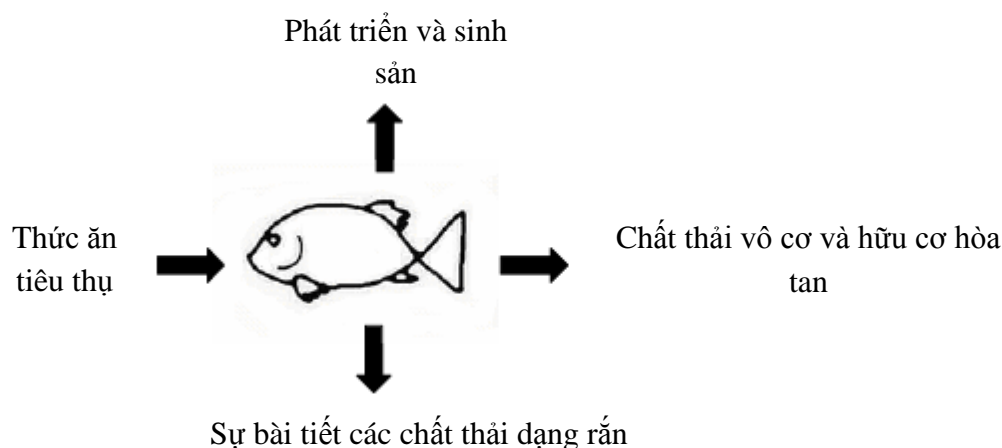
### **2.3 Đặc điểm môi trường nước trong ao nuôi thâm canh cá tra**

Trong ao nuôi thủy sản có nhiều yếu tố góp phần quyết định đến chất lượng môi trường nước, từ đó ảnh hưởng đến đời sống của thủy sinh vật và đối tượng nuôi. Mỗi đối tượng đòi hỏi một điều kiện môi trường có chất lượng khác nhau. Dựa vào lượng thức ăn sử dụng, có thể ước lượng chất dinh dưỡng, sự hấp thu, trao đổi chất, lượng thất thoát từ hoạt động nuôi cá (Hình 2.2) (Olsen *et al.*, 2008). Trong nuôi trồng thủy sản, chất thải (bao gồm phân và thức ăn dư thừa) là sản phẩm của chất thải hữu cơ và trao đổi chất tích lũy ở đáy ao và trong nước (Neospark, 2012).

Theo Giang *et al.* (2008), môi trường nước trong ao thủy sản gồm có đạm ammonia (TAN), NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, và phosphorus (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>), nhu cầu oxy sinh hoá (BOD), COD và H<sub>2</sub>S cao hơn nồng độ cho phép. Tuy nhiên, trong mô hình

nuôi thâm canh chứa rất lớn các nồng độ đạm (TN), lân (TP) và vật chất hữu cơ là những yếu tố chính gây ô nhiễm môi trường (Schwartz and Boyd, 1994; Hakanson *et al.*, 1988; Lemarie *et al.*, 1998 trích dẫn trong Schneider *et al.*, 2005). Các nghiên cứu của Boyd (1985) cho thấy cá da trơn chỉ hấp thu được 27 - 30% nitơ, 16 - 30% phosphorus và khoảng 25% chất hữu cơ đưa vào từ thức ăn. Nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) tại quận Ô Môn, thành phố Cần Thơ cho thấy, để sản xuất 1 kg cá tra cần cung cấp 1.420 g vật chất khô, trong đó chứa 43,8 g nitơ và 18 g phosphorus. Vật chất khô, nitơ và phosphorus chứa trong cá tương ứng với các giá trị 490 g; 18,3 g và 5,2 g. Vật chất khô, nitơ và phosphorus thải ra môi trường tương ứng là 920 g; 25,2 g và 12,6 g. Lượng chất thải rắn, lỏng thải ra môi trường sau vụ nuôi là 93,7 tấn/1.000 m<sup>2</sup> (tính trên trọng lượng khô) và 7.793 m<sup>3</sup>/1.000 m<sup>2</sup>. Như vậy, khi nuôi 1 ha với năng suất trung bình khoảng 500 tấn/vụ. Cần cung cấp 713 tấn vật chất khô; 21,9 tấn nitơ; 9 tấn phosphorus. Cá tích lũy được 245 tấn vật chất khô; 9,13 tấn nitơ; 2,62 tấn phosphorus, thải ra môi trường 460 tấn vật chất khô; 12,6 tấn nitơ; 6,3 tấn phosphorus. Do đó, nước thải từ ao nuôi cá tra có khối lượng lớn và hàm lượng dinh dưỡng trong nước cao, có thể tái sử dụng cung cấp cho cây trồng.

Trong quá trình sinh trưởng của cá tra, nhu cầu về thức ăn tăng theo thời gian vụ nuôi. Theo Lam T. Phan *et al.* (2009), tỷ lệ cho ăn ở cá là 1 - 18% và 1 - 10% trọng lượng cơ thể/ngày cho thức ăn công nghiệp và thức ăn tự chế. Với nhu cầu thức ăn tăng theo trọng lượng cơ thể thì khi cá càng lớn, tức là càng về cuối vụ nuôi thì lượng thức ăn cung cấp càng nhiều. Nguồn nitơ và phosphorus đi vào ao chủ yếu từ thức ăn và sản phẩm thải của cá, có 26,8% nitơ và 30,1% phosphorus từ thức ăn được tích lũy trong cá (Boyd, 1990). Điều này làm tăng nguy cơ tích lũy ô nhiễm trong ao nuôi theo thời gian. Càng về sau của vụ nuôi thì nhu cầu dinh dưỡng của cá càng cao, cũng như sự gia tăng các hoạt động thường ngày, cùng sự gia tăng lượng chất thải từ cá làm suy giảm chất lượng nước.



Hình 2.2 Mô hình khái niệm hệ thống Thức ăn – Cá – Chất thải (Olsen *et al.*, 2008)

Theo quy hoạch phát triển đến năm 2020, sản lượng cá tra nuôi trồng 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 N; 19.536 tấn P và 651.200 tấn BOD<sub>5</sub>. Kết quả trên là một giá trị không nhỏ đối với các vùng nuôi tập trung, với lượng thải trên nếu không có giải pháp hạn chế sẽ là hiểm họa đối với môi trường nước vùng ĐBSCL nói chung và đặc biệt nghiêm trọng đối với các vùng nuôi cá tra nói riêng. Do hàm lượng dinh dưỡng tích lũy trong ao nuôi cá tra thâm canh gấp nhiều lần so với các ao nuôi thâm canh các đối tượng khác.

Bảng 2.7 Ước lượng chất thải phát sinh từ 1 ha nuôi cá tra

Cách tính		Khối lượng (tấn)
Sản lượng cá		150
Thức ăn sử dụng	Thức ăn chứa 5%N, 1,2%P, FCR=1,6	240
Chất thải phát sinh	Bằng 80% thức ăn khô	192
Chất thải dạng N	37% N được cá hấp thu	7,6
Chất thải dạng P	45% P được cá hấp thu	2,88
Chất thải dạng BOD <sub>5</sub>	0,22 kg BOD <sub>5</sub> /kg thức ăn (Wimberly, 1990)	52
Khả năng phú dưỡng của tảo	Bằng 2- 3 lần lượng thức ăn sử dụng	480-720

(Nguồn: Dương Công Chính, Đồng An Thủy, 2009)

Nghiên cứu của Phan Thị Công và *ctv.* (2009) về “Chất lượng nước và bùn thải từ ao nuôi cá tra và ảnh hưởng đến môi trường sản xuất nông nghiệp ở đồng bằng sông Cửu Long”, được nghiên cứu tại các tỉnh An Giang, Cần Thơ, Đồng Tháp và Trà Vinh năm 2009 cho thấy, nước thải và bùn đáy ao

chứa hàm lượng các chất dinh dưỡng cao ( $\text{NH}_4\text{-N}$ , P, K, Ca and Mg). Nước thải và bùn đáy ao có hàm lượng các kim loại nặng (As, Hg, Pb), Cu và Zn rất thấp hoặc dưới ngưỡng phát hiện; tồn dư của các hợp chất lân và chlorine hữu cơ dưới ngưỡng phát hiện. Do đó, nghiên cứu của đề tài sử dụng nước thải ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lúa không đề cập đến sự tích lũy kim loại nặng trong sản phẩm vì hàm lượng này thấp, không đáng ngại.

### **2.3.1 Giá trị pH trong ao nuôi cá tra thâm canh**

Trong ao, pH chịu ảnh hưởng bởi carbon dioxide và những ion trong trạng thái cân bằng với nó. pH cũng có thể chịu ảnh hưởng bởi a) các acid hữu cơ, được sản xuất từ chất thải protein, carbohydrates và chất béo bởi vi khuẩn kỵ khí từ thức ăn, b) các acid khoáng như acid sulfuric, bị rửa trôi trên bờ đê xuống ao từ các cơn mưa và c) bón vôi (Neospark, 2012). pH trong nuôi trồng thủy sản có mối quan hệ với sự quang hợp của tảo, carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) và hệ đệm bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ). Vào ban đêm, quá trình hô hấp của vi khuẩn, tảo và cá tiêu thụ oxy và thải ra carbon dioxide, làm tăng  $\text{H}^+$  trong môi trường nước gây ra sự sụt giảm pH. Vào buổi sáng, quá trình hô hấp vẫn tiếp tục, nhưng tảo sử dụng  $\text{CO}_2$  cho quá trình quang hợp, làm giảm ion  $\text{H}^+$  trong môi trường nước và làm pH tăng (Aftab Alam and Yousef, 2006). Kết quả nghiên cứu của Lê Bảo Ngọc (2004) ở các ao nuôi thâm canh huyện Thốt Nốt, Cần Thơ dao động từ 8,06 – 8,12; nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) ở huyện Ô Môn, Cần Thơ thì giá trị pH trung bình là 7,9. Kết quả nghiên cứu Dương Thúy Yên (2003) cho rằng, cá tra có thể sống trong điều kiện môi trường pH rất thấp, khoảng 4,0 nên ảnh hưởng của pH (nhất là khi pH thấp) là rất ít xảy ra.

### **2.3.2 Oxy hòa tan (DO) trong ao nuôi cá tra**

Trong nuôi thủy sản, oxy hòa tan ảnh hưởng đến sự phát triển, khả năng sống sót, sự phân bố, tập tính và sinh lý của các sinh vật trong môi trường nước (Solis, 1988 được trích bởi Bhatnagar and Devi, 2013). Theo Neospark (2012), oxy là một thông số môi trường tạo nên những ảnh hưởng đến sự tăng trưởng và sinh sản thông qua những ảnh hưởng trực tiếp lên sự tiêu thụ thức ăn, sự trao đổi chất và ảnh hưởng gián tiếp đến các điều kiện môi trường. Kết quả nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) cho thấy mức dao động oxy hoà tan trung bình của các ao khảo sát là 4,0 – 5,1 mg/L. Quá trình hô hấp của động vật, thực vật trong ao và sự phân hủy của chất hữu cơ trong nước là nguyên nhân chính làm giảm hàm lượng DO trong nước (FAO, 1987).

### **2.3.3 Nhu cầu oxy hóa học (COD) trong ao nuôi cá tra**

Hàm lượng nhu cầu oxy hóa học (COD) được dùng để đặc trưng cho hàm lượng chất hữu cơ của nước thải và sự ô nhiễm của nước tự nhiên. Vật chất hữu cơ trong thủy vực là nguồn thức ăn của một số loài thủy sinh, phần

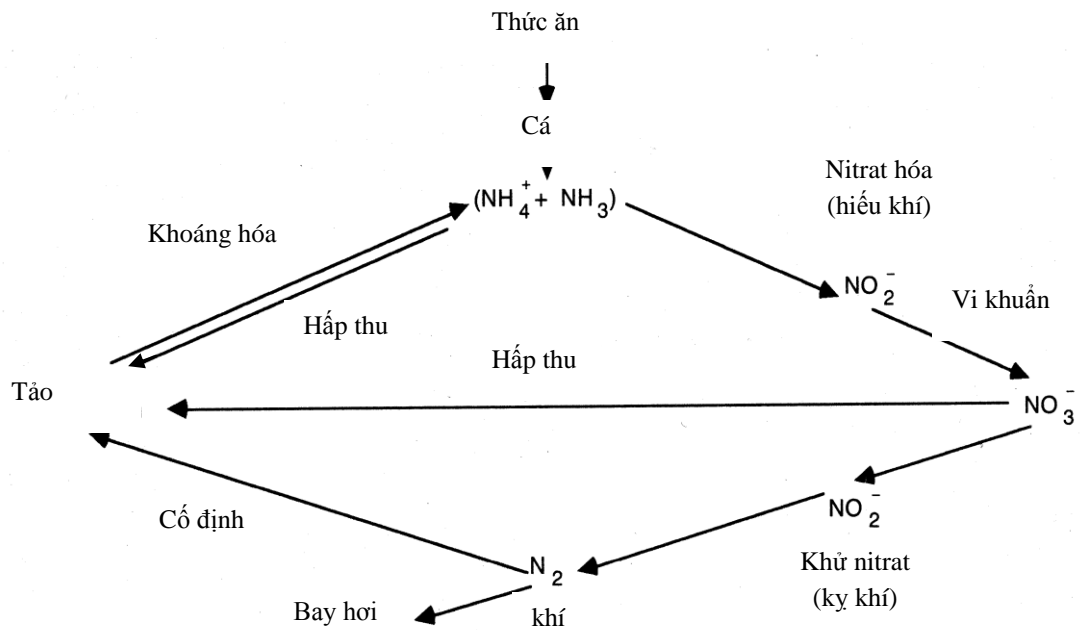


còn lại lắng đọng tạo thành lớp bùn đáy. Khi vật chất hữu cơ trong thủy vực nhiều, quá trình phân hủy làm tiêu tốn nhiều oxy của môi trường, gây nên hiện tượng nhiễm bẩn thủy vực, nếu vật chất hữu cơ trong thủy vực quá ít, thủy vực sẽ nghèo dinh dưỡng. Trong quá trình sản xuất cá da trơn, thức ăn là nguồn cung cấp chất hữu cơ chính cho ao. Khi chất hữu cơ được thêm vào ao thì làm gia tăng nhu cầu oxy hòa tan trong ao và tăng khả năng ô nhiễm. Mức độ ô nhiễm có thể giảm nếu chất hữu cơ bị phân hủy thành những hạt ít phức tạp và ít độc hơn (Nelly *et al.*, 2009). Nhiệt độ nước ảnh hưởng đến quá trình phân hủy các chất hữu cơ và quá trình đồng hóa; nhiệt độ càng cao thì quá trình diễn ra nhanh hơn.

COD thích hợp cho các ao nuôi cá từ 15 – 30 ppm, giới hạn cho phép nhỏ hơn 15 - 40 ppm (Lê Như Xuân và *ctv.*, 1994 được trích bởi Lê Bảo Ngọc, 2004). Hàm lượng COD biến động theo thời gian nuôi và tích lũy ở cuối vụ nuôi là 7,47 mg/L $\pm$ 1,18 (trước khi thả cá) và 12,33 mg/L $\pm$ 1,13 (sau khi thu hoạch), dù nước được thay mới thường xuyên trong cuối vụ nuôi. Nguyên nhân là do lượng chất thải của cá và thức ăn dư thừa tích tụ ngày càng nhiều trong ao. Theo Giang *et al.* (2008), hàm lượng COD trong ao nuôi vào mùa mưa là 7,9 - 11,1 mg/L và mùa nắng là 6,4 - 11,1 mg/L. Hàm lượng COD như trên là không cao vì ao nuôi có trang bị hệ thống sục khí vào buổi trưa và buổi chiều để đẩy nhanh quá trình khoáng hóa. Sục khí cũng góp phần giảm lượng COD trong môi trường nước do các chất hữu cơ hòa tan hoạt động bề mặt sẽ hấp thu tại giao diện nước - khí và bị gom vào các bọt khí. Theo nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) thì hàm lượng COD dao động trong khoảng từ 9,6 – 11,4 mg/L.

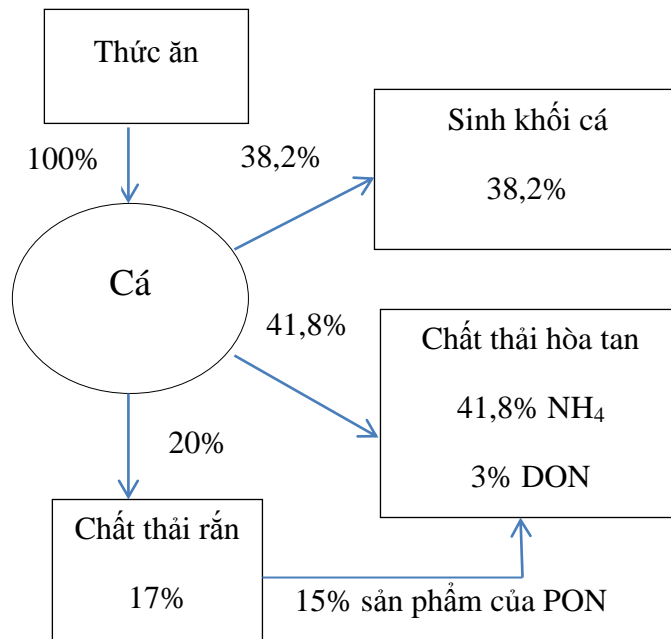
#### **2.3.4 Đạm trong ao nuôi cá tra thâm canh**

Nitơ rất quan trọng trong ao nuôi thủy sản bởi vì nó là thành phần chính của thực vật, động vật và ảnh hưởng đến năng suất. Thức ăn cá da trơn chứa khoảng 25 - 36% protein thô hoặc 4-5,8% nitơ hữu cơ (Lowell, 1989 được trích bởi Gross *et al.*, 2000). Khoảng 25 - 30% nitơ trong thức ăn được tìm thấy trong cá khi thu hoạch và phần còn lại đi vào hệ sinh thái ao. Cố định nitơ không được đo lường trong ao cá da trơn, không được xem là một nguồn nitơ quan trọng. Vì vậy, nguồn nitơ chính trong ao là thức ăn. Cá bài tiết NH<sub>3</sub> thông qua mang và vi khuẩn khoáng hóa nitơ hữu cơ trong thức ăn dư thừa và phân thành NH<sub>3</sub>. Vi khuẩn khử nitrat sử dụng nitrat như một chất nhận điện tử và chuyển thành khí N<sub>2</sub> (N<sub>2</sub> và N<sub>2</sub>O) khuếch tán vào khí quyển (Boyd and Tucker, 1998 được trích bởi Gross *et al.*, 2000).



Hình 2.3 Chu trình nitơ trong ao cá (Wellborn, 2000)

Nitrate là sản phẩm cuối cùng của sự phân hủy các chất chứa nitơ, nếu nước chứa chủ yếu các chất nitơ ở dạng nitrate chứng tỏ quá trình oxy hóa đã kết thúc (Lê Hoàng Việt, 2002). Nitrate là một trong những dạng đạm được thực vật hấp thụ dễ dàng nhất, không hại đối với thủy sinh vật. Khi nồng độ nitrate trong nước nhỏ hơn 1 mg/L thì tảo lam sẽ phát triển mạnh và cao hơn 2 mg/l thì tảo lục và tảo khuê sẽ phát triển mạnh. Hàm lượng đạm nitrate thích hợp cho các ao cá từ 0,1 - 10 mg/l (Boyd *et al.*, 1979). Theo Boyd (1990), với hàm lượng N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> thích hợp các ao ương cá < 0,3 mg/l và đạm nitrate (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) một trong những dạng đạm được thực vật hấp thụ dễ dàng, không gây hại động vật thủy sinh vật là 0,2 – 10 mg/l. Trong đó, nitơ ở dạng nitrite và nitrate không vượt quá 0,05 mg/l và 0,1 mg/l và ammonia tổng không vượt quá 0,75 mg/l. Kết quả nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) cho thấy, hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trung bình ở quận Ô Môn, Cần Thơ dao động trong khoảng từ 1,2 – 1,4 mg/L.

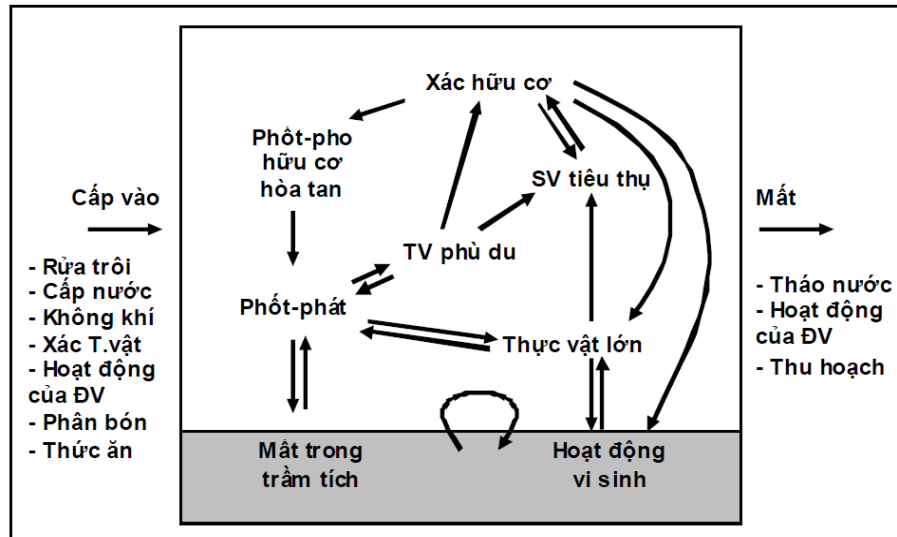


Hình 2.4 Dòng chảy nitơ dựa trên cân bằng khối lượng (Olsen *et al.*, 2008)

Kết quả nghiên cứu của Gross *et al.* (2000) cho thấy, có 4 cách chính bị mất N: thu hoạch cá (31,5%); khử nitơ (17,4%);  $\text{NH}_3$  bay hơi (12,5%); tích tụ nền đáy (22,6%). Cải thiện chất lượng thức ăn và cách cho ăn có thể tăng N tích lũy trong cá (Boyd and Tucker, 1995 được trích bởi Gross *et al.*, 2000). Quá trình nitrat hóa trung bình 70 mg N/m<sup>2</sup>/ngày, khử nitơ trung bình 38 mg N/m<sup>2</sup>/ngày và thực vật phù du loại bỏ 24 mg N/m<sup>2</sup>/ngày. Quá trình khoáng hóa N từ thức ăn thành  $\text{NH}_3$  trung bình 59 mg N/m<sup>2</sup>/ngày. Ngoài ra, khi thay nước, môi trường nước oxy hóa hơn so với nền đáy nên quá trình phân hủy các chất hữu cơ nhanh và ít tích tụ chất hữu cơ ở đáy ao. Bên cạnh đó, bón vôi để ngăn chặn tính acid trong nước và đất giúp đẩy nhanh quá trình nitrat hóa và khử nitrat.

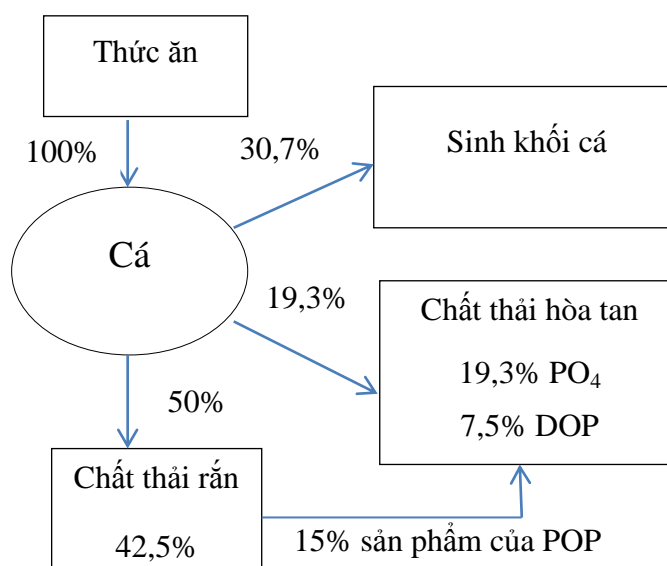
### 2.3.5 Lân trong ao nuôi cá tra thâm canh

Theo Boyd (1998), hàm lượng lân trong ao thường thấp. Khi cho cá ăn thức 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. Thức ăn thừa và phân cá liên tục cung cấp lân cho nước. Sự hấp thụ bởi đất kiểm soát hàm lượng lân trong nước và là một nhân tố quan trọng ngăn ngừa sự phát triển quá mức của thực vật phù du.



Hình 2.5 Chu trình lân trong ao cá nuôi  
(Nguồn: Boyd et al., 1979)

Hầu hết tất cả các dạng lân hiện diện trong nước là dạng phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ). Phosphate là một chất dinh dưỡng cần thiết cho thực vật, là nguồn giới hạn và kích thích tạo phát triển, có vai trò tăng năng suất thủy sản (Bhatnagar and Devi, 2013). Dạng lân vô cơ hòa tan chủ yếu là orthophosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) (Syers et al., 1973; Goldman and Horne, 1983; Brabrand et al., 1990 được trích bởi Knud-Hansen, 1998). Hàm lượng P- $\text{PO}_4$  chiếm 10 – 20% tổng lân (TP) và phần lớn bị hấp thụ bởi bùn đáy (Lam T. Phan et al., 2009). Theo Stone and Thomforda (2004) được trích bởi Bhatnagar and Devi (2013) thì cho rằng, hàm lượng phosphate thích hợp cho nuôi cá là 0,06 mg/L. Theo báo cáo của Boyd and Queiroz (2001), ước tính tỷ lệ thất thoát P trong thức ăn cho ao nuôi cá da trơn như sau: thu hoạch cá (31,0%), tích lũy trầm tích (57,6%) và nước thải (11,4%).



Hình 2.6 Dòng chảy lân dựa trên cân bằng khối lượng (Olsen *et al.*, 2008)

Muối hòa tan của lân trong nước bị lớp bùn đáy của thủy vực hấp thụ và có thể phóng thích dần theo thời gian (Nguyễn Thanh Phương và *ctv.*, 2009). Trong các thủy vực, hàm lượng các muối hòa tan của phosphate ( $P_{PO_4}$ ) trong nước thường rất thấp khoảng 5-20  $\mu\text{g/L}$  và ít khi vượt quá 200  $\mu\text{g/L}$  ngay cả đối với thủy vực giàu dinh dưỡng. Hàm lượng lân tổng số (Total Phosphorus – TP) cũng ít khi vượt quá 1.000  $\mu\text{g/L}$  (Boyd *et al.*, 1979). Năng suất sản xuất của thủy vực và cá phụ thuộc rất lớn vào hàm lượng phosphorus hòa tan. Theo Lê Bảo Ngọc (2004), hàm lượng  $P_{PO_4}$  ở các ao cá tra thâm canh tăng dần về cuối vụ nuôi và khá cao ở thời điểm thu hoạch (1,66  $\text{mg/L} \pm 0,18$ ).

Mức độ thải lân của động vật phụ thuộc vào loài và chất lượng của thức ăn. Thông thường, thủy sinh vật chỉ hấp thụ được 25-30% lân trong thức ăn, số còn lại thải ra môi trường (Lê Văn Cát và *ctv.*, 2006). Theo Boyd *et al.*, (1979), một ao nuôi cá tra thâm canh với năng suất khoảng 500 tấn/vụ thì lượng thức ăn (công nghiệp + tự chế) cung cấp vào ao khoảng 1.000 tấn (hệ số thức ăn = 2) thì tổng lượng lân đưa vào ao khoảng 4,2 tấn. Lân hòa tan không gây ảnh hưởng trực tiếp đến cá nuôi nhưng khi ở hàm lượng cao, dễ gây ra hiện tượng tảo nở hoa trong ao nuôi. Tảo không phát triển khi hàm lượng lân hòa tan < 0.005  $\text{mg/L}$  và nở hoa khi hàm lượng lân hòa tan vượt quá 0,2  $\text{mg/L}$  (Boyd, 1998).

## 2.4 Tổng quan về cây lúa

### 2.4.1 Phân loại lúa

#### 2.4.1.1 Theo đặc tính thực vật học

Lúa là cây hằng niên, thuộc họ *Gramineae* (hòa thảo), tộc *Oryzae*, chi *Oryza*. *Oryza* có khoảng 20 loài phân bố chủ yếu ở vùng nhiệt đới ẩm của

Châu Phi, Nam và Đông Nam Châu Á, Nam Trung Quốc, Nam và Trung Mỹ và một phần ở Úc Châu. Trong đó, chỉ có 2 loài là lúa trồng (*Oryza sativa* và *Oryza glaberrima*), còn lại là lúa hoang hằng niên và đa niên. Loài lúa trồng quan trọng nhất, thích nghi rộng rãi và chiếm đại bộ phận diện tích lúa trên thế giới là *Oryza sativa* L (Chang, 1976 theo De Datta, 1981 được trích bởi Nguyễn Ngọc Đệ, 2008) .

#### 2.4.1.2 Theo sinh thái địa lý

Có 3 nhóm giống lúa gồm: nhóm Indica (= “Hsien” = lúa tiên) nguồn gốc từ Sri Lanka, Nam và Trung Trung Quốc, Ấn Độ, Pakistan, Indonesia, Philippines, Đài Loan và nhiều nước khác ở vùng nhiệt đới; nhóm Japonica (= “Keng” = lúa cánh) nguồn gốc từ miền Bắc và Đông Trung Quốc, Nhật Bản và Triều Tiên, tập trung ở các vùng á nhiệt đới và ôn đới; nhóm Javanica đặc tên cho giống lúa cổ truyền của Indonesia.

Bảng 2.8 Đặc trưng hình thái và sinh lý tổng quát của 3 nhóm giống lúa

<b>Đặc tính</b>	<b>INDICA</b>	<b>JAVANICA</b>	<b>JAPONICA</b>
Thân	Thân cao	Thân cao trung bình	Thân thấp
Chồi	Nở bụi mạnh	Nở bụi thấp	Nở bụi trung bình
Lá	Lá rộng, xanh nhạt	Lá rộng, cứng, xanh nhạt	Lá hẹp, xanh đậm
Hạt	Hạt thon dài, dẹp	Hạt to, dày	Hạt tròn, ngắn
	Hạt hầu như không có đuôi	Hạt không có đuôi hoặc có đuôi dài	Hạt không có đuôi tới có đuôi dài
	Trấu ít lông và lông ngắn	Trấu có lông dài	Trấu có lông dài và dày
	Hạt dễ rụng	Ít rụng hạt	Ít rụng hạt
Sinh học	Tính quang cảm rất thay đổi	Tính quang cảm rất yếu	Tính quang cảm rất thay đổi

Nguồn: Chang, 1965 được trích bởi Nguyễn Ngọc Đệ, 2008

#### 2.4.1.3 Theo đặc tính sinh lý

- Nhóm lúa quang cảm: là nhóm giống lúa có cảm ứng với quang kỳ, chỉ ra hoa trong điều kiện ánh sáng ngày ngắn thích hợp, nên gọi là lúa mùa, tức lúa chỉ trổ và chín theo mùa. Tùy mức độ mẫn cảm với quang kỳ nhiều hay ít, mạnh hay yếu người ta phân biệt: lúa mùa sớm, mùa lỡ hoặc mùa muộn. Phần lớn các giống lúa cổ truyền đều là giống lúa quang cảm.

- Nhóm lúa không quang cảm: Gồm các giống lúa mới lai tạo phục vụ cho việc thâm canh tăng vụ hiện nay. Các giống lúa này ngắn ngày (90-120 ngày) hoặc trung mùa (120-150 ngày) có thời gian sinh trưởng hầu như không thay đổi khi trồng trong các thời vụ khác nhau nên có thể trồng được nhiều vụ 1 năm và có thể trồng bất cứ lúc nào trong năm.

#### 2.4.1.4 Theo điều kiện môi trường canh tác

Dựa vào điều kiện môi trường canh tác, đặc biệt là nước có thường xuyên ngập ruộng hay không, người ta phân biệt nhóm lúa rẫy (upland rice) hoặc lúa nước (lowland rice). Trong lúa nước người ta còn phân biệt lúa có tưới (irrigated lowland rice), lúa nước trời (rainfed lowland rice), lúa nước sâu (deepwater rice), hoặc lúa nổi (floating rice).

Tùy theo đặc tính thích nghi với môi trường, người ta có lúa chịu phèn, lúa chịu úng, lúa chịu hạn, lúa chịu mặn,...

Tùy theo chế độ nhiệt khác nhau, người ta cũng phân biệt lúa chịu lạnh (các giống japonica), lúa chịu nhiệt (các giống indica)

#### 2.4.1.5 Theo đặc tính sinh hóa hạt gạo

Tùy theo lượng amylose trong tinh bột hạt gạo, người ta phân biệt lúa nếp và lúa tẻ. Tinh bột có 2 dạng là amylose và amylopectin. Hàm lượng amylopectin trong thành phần tinh bột hạt gạo càng cao tức hàm lượng amylose càng thấp thì gạo càng dẻo.

Bảng 2.9 Phân loại gạo dựa vào hàm lượng amylose trong tinh bột

Cấp	Hàm lượng Amylose (%)	Loại gạo
0	<3,0	Nếp
1	3,1 – 10,0	Rất thấp (gạo dẻo)
3	10,1 – 15,0	Thấp (dẻo)
5	15,1 – 20,0	Trung bình (hơi dẻo)
7	20,1 – 25,0	Cao – Trung bình
9	25,1 – 30,0	Cao

Nguồn: Chang, 1980 được trích bởi Nguyễn Ngọc Huệ, 2008

#### 2.4.1.6 Theo đặc tính hình thái

Dựa vào đặc tính hình thái của cây lúa, người ta còn phân biệt theo:

- Cây: cao (>120 cm) – trung bình (100 – 120 cm) – thấp (dưới 100 cm)

- Lá: thẳng hoặc cong rủ, bản lá to hoặc nhỏ, dày hoặc mỏng

- Bông: loại hình nhiều bông (nở bụi mạnh) hoặc to bông (nhiều hạt), dạng bông túm hoặc xòe, cổ bông hở hoặc cổ kính (tùy theo độ trổ của cổ bông so với cổ lá cờ), khoe bông hoặc giấu bông (tùy theo chiều dài và góc độ lá cờ hay lá đòng và tùy độ trổ của bông ra khỏi bẹ lá cờ), dày nách hay thưa nách (tùy độ đóng hạt trên các nhánh gié của bông lúa).

- Hạt lúa: dài, trung bình hoặc tròn (dựa vào chiều dài và tỉ lệ dài/ngang của hạt lúa)

- Hạt gạo: gạo trắng hay đỏ hoặc nâu, tím (màu của lớp vỏ ngoài hạt gạo); có bạc bụng hay không; dạng hạt dài hay tròn.

#### **2.4.2 Các giai đoạn phát triển của cây lúa**

Nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Đệ (2008) cho biết đời sống của cây lúa bắt đầu từ hạt nảy mầm cho đến khi chín. Có thể chia làm 3 giai đoạn chính: Giai đoạn tăng trưởng (sinh trưởng dinh dưỡng), giai đoạn sinh sản (sinh dục) và giai đoạn chín.

- *Giai đoạn tăng trưởng*: Giai đoạn này cây phát triển về thân lá, chiều cao tăng dần và ra nhiều chồi mới (nở bụi). Trong điều kiện đầy đủ ánh sáng và thời tiết thuận lợi, cây lúa có thể bắt đầu nở bụi khi có 5 – 6 lá. Thông thường, số chồi hình thành bông (chồi hữu hiệu hay còn gọi là chồi có ích) thấp hơn so với chồi tối đa và ổn định khoảng 10 ngày trước khi đạt được số chồi tối đa.

- *Giai đoạn sinh sản*: Giai đoạn sinh sản bắt đầu từ lúc phân hóa đòng đến khi lúa trở bông. Giai đoạn này kéo dài 27 – 35 ngày, trung bình 30 ngày.

- *Giai đoạn chín*: Giai đoạn chín bắt đầu từ lúc trở bông đến lúc thu hoạch. Giai đoạn này trung bình khoảng 30 ngày đối với hầu hết các giống lúa vùng nhiệt đới. Giai đoạn này cây lúa trải qua các thời kỳ sau.

+ Thời kỳ chín sữa (ngậm sữa): các chất dự trữ trong thân lá và sản phẩm quang hợp được chuyển vào trong hạt. Hạt gạo chứa một dịch lỏng màu trắng đục như sữa, nên gọi là thời kỳ lúa ngậm sữa.

+ Thời kỳ chín sáp: hạt mất nước, từ từ cô đặc lại, lúc bấy giờ vỏ trấu vẫn còn xanh.

+ Thời kỳ chín vàng: hạt tiếp tục mất nước, gạo cứng dần, trấu chuyển sang màu vàng đặc thù của giống lúa, bắt đầu từ những hạt cuối cùng ở chót bông lan dần xuống các hạt ở phần cổ bông.

+ Thời kỳ chín hoàn toàn: hạt gạo khô cứng lại, lá xanh chuyển vàng. Thời điểm thu hoạch tốt nhất là khi 80% hạt lúa ngã sang màu trấu đặc trưng của giống.

#### **2.4.3 Một số giống lúa phổ biến ở ĐBSCL**

Theo Phạm Văn Dư và Lê Thanh Tùng (2011), 10 giống lúa đứng đầu về diện tích sản xuất ở Nam Bộ gồm: OM 2517, VNĐ 95-20, Jasmine 85, OM 576, OM 2514, OM 2717, OM 4218, IR50404, OMCS 2000 và ML 48. Ngoài ra, trong năm 2010, chương trình chọn tạo phát triển giống lúa mới của các cơ



quan nghiên cứu được thực hiện mạnh mẽ và đồng bộ ở các địa phương; trên cơ sở đó Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn đã công nhận được nhiều giống lúa mới cho sản xuất rộng Nam Bộ như OM 4218, OM 4088, OM 5472, OM 6162, OM 6161, PHB71 (6 giống công nhận chính thức), và các giống OM 6377, OM 5981, OM CS 2009, OM 6071, OM 5629, OM 6600, OM 6877, OM 5954, OM 4101, OM 6072, OM 5451, OM 5464, OM 8923, ML 214 Nàng hoa 9 (15 giống công nhận cho sản xuất thử); đây là cơ sở quan trọng để xây dựng cơ cấu giống lúa cân bằng và chủ động trong vùng.

Đến tháng 6/2013, đề tài của Viện lúa đồng bằng sông Cửu Long về “Nghiên cứu chọn tạo giống lúa giàu vi chất dinh dưỡng có năng suất, chất lượng cao” được thực hiện trong giai đoạn 2008-2010 là đề tài cấp cơ sở và giai đoạn 2011-2014 là đề tài cấp bộ, đã nghiên cứu chọn tạo 3 giống lúa được công nhận chính thức (giống Quốc gia), 1 giống được công nhận sản xuất thử và một số giống đã qua khảo nghiệm Quốc gia, đang được đăng ký đề nghị công nhận giống. Ba giống lúa được công nhận chính thức và phát triển trong sản xuất: OM 6976 (vụ Hè Thu 2010: 30.000 ha; vụ Đông Xuân 2010 – 2011: 120.000 ha; vụ Hè Thu 2011: 200.000 ha; vụ Đông Xuân 2011 – 2012: 200.000 ha, vụ Hè Thu 2012: 200.000 ha), OM 5451 (vụ Hè Thu 2010: 18.000 ha; vụ Đông Xuân 2010 – 2011: 90.000 ha; vụ Hè Thu 2011: 110.000 ha; vụ Đông Xuân 2011 – 2012: 200.000 ha, vụ Hè Thu 2012: 200.000 ha), OM 5472 (từ năm 2008 – 2012 tổng diện tích khoảng 200.000 ha); một giống sản xuất thử là OM 3995 (năm 2012 sản xuất 3.000 ha và đang được mở rộng); bốn giống lúa triển vọng đã thông qua Hội đồng xét công nhận giống của Cục Trồng trọt là OM 6932, OM 6904, OM 6916, OM 6893 (Trần Thị Cúc Hòa và *ctv.*, 2013).

#### 2.4.3.1 Giống lúa OM 6976

Theo Trần Thị Cúc Hòa và *ctv.* (2013), giống lúa OM6976 được lai tạo từ tổ hợp lai IR68144/OM997//OM2718///OM2868. Giống lúa OM6976 được đưa vào khảo nghiệm từ năm 2008 và công nhận là giống lúa mới (giống Quốc gia) theo Quyết định số 711/QĐ/TT/CLT ngày 07/12/2011 của Cục Trồng trọt. Giống lúa OM6976 được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn cấp bằng bảo hộ giống cây trồng năm 2011. Giống lúa OM6976 có hàm lượng sắt trong gạo cao. Bên cạnh đó, giống lúa này được ưu chuộng vì cho năng suất cũng rất cao, có tính thích nghi rộng và chịu mặn. Do những điểm mạnh trên giống lúa OM6976 được người dân sử dụng rộng rãi đặc biệt vào mùa Hè Thu.

Bảng 2.10 Đặc tính cơ bản của giống lúa OM6976

TT	Đặc tính	
1	Thời gian sinh trưởng (ngày)	95 – 103
2	Chiều cao cây (cm)	100 – 110
3	Độ đứng cây	Rất cứng cây
4	Khả năng đẻ nhánh	Khỏe
5	Số bông/m <sup>2</sup> (bông)	360 – 390
6	Chiều dài bông (cm)	25 – 28; bông to, chùm
7	Số hạt chắc/bông	150 – 200; đóng hạt dày
8	Trọng lượng 1000 hạt (g)	25 – 26
9	Tỷ lệ lép (%)	8 – 12; ít lép nếu bón nuôi hạt
10	Tỷ lệ gạo lức (%)	80 – 85; tỷ lệ xay chà cao, vỏ trấu mỏng
11	Tỷ lệ gạo trắng (%)	70 – 75
12	Tỷ lệ gạo nguyên (%)	50 – 55
13	Độ bạc bụng (cấp 1-9)	3
14	Chiều dài hạt gạo (mm)	7,05 – 7,10
15	Độ bền thể gel (mm)	55
16	Hàm lượng amylose (%)	24 – 25
17	Rầy nâu (cấp)	3 - 5
18	Đạo ôn (cấp)	3 - 5
19	Bệnh vàng lùn, lùn xoắn lá	Chống chịu khá
20	Khả năng chịu mặn	6 – 8 dS <sup>-1</sup>
21	Khả năng chịu phèn	Khá
22	Năng suất (tấn/ha)	6 – 9

Nguồn: Viện lúa ĐBSCL và Nguyễn Quốc Lý và *ctv.*, 2009 được trích bởi Trần Thị Cúc Hòa và *ctv.*, 2013.

#### 2.4.3.2 Giống lúa Jasmine 85

Theo Nguyễn Văn Hòa và *ctv.* (2006), giống lúa Jasmine 85 được lai tạo từ tổ hợp lai Pata/TN 1/Khao dawk Mali của Viện nghiên cứu Lúa Quốc tế (IRRI). Thời gian sinh trưởng trong vụ Đông Xuân từ 95 – 102 ngày, vụ Hè Thu 100 – 108 ngày; chiều cao cây 85 – 90 cm, khá cứng cây, đẻ nhánh trung bình, lá đồng thẳng; khối lượng 1.000 hạt khoảng 26 – 27 gram. Hạt gạo dài 7,2 – 7,6 mm, trong suốt, không bạc bụng, mặt gạo đẹp; hàm lượng amylose trung bình (20 – 21%), độ hóa hồ cấp 5, cơm mềm, dẻo có mùi thơm đặc trưng. Năng suất trung bình trong vụ Đông Xuân từ 5 -8 tấn/ha; vụ Hè Thu 3,5 – 4,5 tấn/ha. Giống lúa Jasmine 85 nhiễm rầy nâu, nhiễm bệnh đạo ôn và bệnh cháy bìa lá, ít chịu phèn, hạn và ngập úng. Do khả năng chống chịu với sâu bệnh và chịu hạn, phèn kém. Giống lúa Jasmine 85 thường được người dân sử dụng rộng rãi vào mùa Đông Xuân để hạn chế những nhược điểm trên.

## 2.5 Nhu cầu dinh dưỡng và nhu cầu nước qua các thời kỳ sinh trưởng của cây lúa

### 2.5.1 Nhu cầu dinh dưỡng của cây lúa

Cây lúa bắt kỳ lúa nước hay lúa trồng cạn muốn có năng suất cao cần nguồn dinh dưỡng lớn đặc biệt là phân bón và kỹ thuật bón, phương pháp bón phù hợp cân đối. Cũng như các cây trồng khác, để sinh trưởng và phát triển bình thường, cây lúa cần sử dụng 20 nguyên tố cơ bản, trong đó có 6 nguyên tố cấu tạo và 14 nguyên tố phát triển cần thiết: C, H, O, N, P, S (cấu tạo), Ca, Mg, K, Fe, Mn, Mo, Cu, B, Zn, Cl, Na, Co, V, Si (phát triển) (Nguyễn Văn Bộ và *ctv.*, 2009).

Dinh dưỡng đạm với cây lúa là vấn đề quan trọng đặc biệt là đối với các giống lúa lai. Các nhà nghiên cứu Trung Quốc sau khi nghiên cứu phân đạm với lúa lai đã đưa ra kết luận: cùng mức năng suất, lúa lai hấp thu lượng đạm và lân thấp hơn lúa thuần, ở mức năng suất 75 tạ/ha lúa lai hấp thu đạm thấp hơn lúa thuần 4,8%, hấp thu  $P_2O_5$  hơn 18,2%, nhưng hấp thu  $K_2O$  cao hơn 30%. Với ruộng lúa cao sản thì lúa lai hấp thu đạm cao hơn lúa thuần 10%, hấp thu  $K_2O$  cao hơn 45%, hấp thu  $P_2O_5$  bằng lúa thuần. Lượng phân bón sử dụng ở vùng ĐBSCL là 150 – 200 kg NPK/ha một vụ. Khoảng 80% lượng phân hóa học sử dụng ở nước ta tập trung ở vùng trồng lúa. Đối với cây lúa trong số các thiếu hụt về dinh dưỡng trong các loại đất ở nước ta, lớn nhất và quan trọng nhất là thiếu hụt về đạm, lân, Kali (dinh dưỡng đa lượng). Đây cũng là những chất dinh dưỡng mà cây lúa hấp thu với lượng lớn nhất và sẽ chi phối hướng sử dụng phân bón (Bảng 2.11)

Bảng 2.11 Năng suất lúa và lượng chất dinh dưỡng hút từ đất ở các ô không bón phân N, P, K

(Số liệu bình quân của 155 thí nghiệm ở các nước châu Á)

Công thức	Năng suất		Lượng dinh dưỡng		Lượng dinh dưỡng	
	(tấn/ha)	%**	hút từ đất (kg/ha)	%**	hút từ đất (kg/ha)	%**
N	3,0	3,2	25	54*	41	25
		4,8	75		65	75
P	5,2	4,3	25	15*	12	25
		6,4	75		19	75
K	5,1	4,2	25	83*	61	25
		6,2	75		102	75

Ghi chú : \* Lượng dinh dưỡng hút từ đất tính theo N, P, K, kg nguyên chất (Hệ số quy đổi từ P ->  $P_2O_5$  là 2,292, từ K ->  $K_2O$  là 1,205);

\*\* Bình quân năng suất tấn/ha và lượng dinh dưỡng hút từ đất chiếm 25% và 75% tổng số quan trắc.

(Theo Dobermann et al., 2003 được trích bởi Nguyễn Văn Bộ và *ctv.*, 2009)

Cứ sản xuất 1 tấn thóc, cùng với rơm rạ cây lúa cần 17,5 kg N, 3,0 kg P và 17,5 kg K, chứa trong rơm rạ 7,0 kg N, 1 kg P và 14,5 kg K (số liệu bình quân 300 ruộng thí nghiệm của nông dân và thí nghiệm ở thùng, theo Dobermann *et al.*, 2000 được trích bởi Nguyễn Văn Bộ và *ctv.*, 2009). Trung bình (tính cả rơm rạ) cây lúa lấy đi 222 kg N, 7,1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 31,6 kg K<sub>2</sub>O, 3,9 kg CaO, 4,0 kg MgO, 0,9 kg S, 51,7 kg Si (Nguyễn Văn Bộ và *ctv.*, 2003 được trích bởi Nguyễn Văn Bộ và *ctv.*, 2009). Yêu cầu đạm của cây lúa thay đổi theo thời gian sinh trưởng: cần nhiều đạm trong thời kỳ đẻ nhánh, nhất là thời kỳ đẻ nhánh cực đại. Kết thúc thời kỳ phân hóa đòng hầu như lúa đã hút > 80% tổng lượng đạm cho nhu cầu sinh trưởng. Tỷ lệ phần trăm (%) trong cây giảm nhẹ sau khi cấy, sau đó tăng đến khi bắt đầu phân hóa hoa, sau đó giảm từ từ cho đến giai đoạn chín sấp và giữ ổn định đến chín hoàn toàn.

Ngoài ra khi nghiên cứu dinh dưỡng đạm của cây lúa ngắn ngày, các nhà khoa học trong và ngoài nước cho rằng nhu cầu về đạm của cây lúa có tính chất liên tục từ đầu sinh trưởng đến lúc chín. Có hai thời kỳ đặc biệt trong dinh dưỡng đạm của cây lúa là thời kỳ đẻ nhánh và làm đòng. Đặc điểm thời kỳ đẻ nhánh, nhất là khi đẻ rộ, cây lúa hút đạm nhiều nhất, thường lúa hút 70% lượng đạm cần thiết trong thời gian đẻ nhánh và quyết định 74% năng suất. Lúa cũng cần nhiều đạm trong thời kỳ phân hoá đòng và phát triển thành bông, tạo ra các bộ phận sinh sản. Giai đoạn này lúa hút 10 – 15% lượng N là thời kỳ bón đạm có hiệu suất cao. Phần đạm còn lại được cây hút đến lúc chín.

Bảng 2.12 Động thái tích lũy dinh dưỡng của cây lúa (%)

Dinh dưỡng	Từ nảy mầm đến đẻ nhánh tối đa	Nhánh tới đa đến phân hoá đòng	Phân hoá đòng đến hình thành bông	Thành bông đến chín
Đạm	37	12	31	20
Lân	33	23	34	10
Kali	36	21	20	23

(Nguồn: Ishizuka. Y, 1973 - Nguyễn Xuân Trường, 2000)

Theo Nguyễn Văn Bộ và *ctv.* (2009), ngoài đạm thì lân cũng có vai trò quan trọng với mỗi cây trồng, cây cần lân tham gia vào thành phần tổng hợp hydratcacbon, prôtein và chất béo giữ quá trình hô hấp và quang hợp, giúp cho việc hút N tăng cường phát triển bộ rễ, kích thích nốt sần, đẻ nhánh, tăng phẩm chất nông sản, làm quả mau chín hạt mẩy. Cây lúa hút lân trong suốt thời kỳ sinh trưởng từ nảy mầm – trổ. Tuy vậy, lượng lân yêu cầu trong giai đoạn đầu rất thấp. Tỷ lệ phần trăm lân giảm nhanh sau khi cấy, sau đó tăng chậm, đạt đến khi phơi màu và sau đó giảm cho tới thời kỳ chín sấp. Kali là một trong ba yếu tố dinh dưỡng quan trọng đối với cây lúa, trước tiên cây hút

K sau đó hút N, để thu được 1 tấn thóc cây lúa lấy đi 22 – 26 kg K<sub>2</sub>O nguyên chất tương ứng với 36,74 – 43,4 kg KCl (60% K). K là nguyên tố điều khiển chất lượng tham gia vào các quá trình hình thành hợp chất và vận chuyển các hợp chất đó, K còn có tác dụng làm cho tế bào cây được củng cố, tăng tỷ lệ đường, giúp vận chuyển chất dinh dưỡng nhanh chóng về hoa và tạo hạt. Cây lúa hút Kali trong suốt thời kỳ sinh trưởng, nhưng cần lượng lớn ở thời kỳ đẻ nhánh và phân hóa đòng. Kali là yếu tố được cây lúa có khả năng sử dụng lại. Trong thời kỳ chín lượng Kali đã tích lũy trong lá được vận chuyển về nuôi hạt. Cũng như đạm, đến thời kỳ trổ cây lúa giảm dần dần trong thời gian đầu của quá trình sinh trưởng nhưng tăng từ khi nở hoa cho đến chín.

Nhu cầu về nước và phân bón của cây lúa khác nhau tùy theo từng điều kiện sản xuất, từng loại đất đai, giống lúa, mùa vụ và từng thời kỳ sinh trưởng khác nhau. Theo Phạm Sỹ Tân và Chu Văn Hách (2013), lượng phân bón khuyến cáo cho lúa ngắn ngày (thời gian sinh trưởng 95-100 ngày) vùng phù sa đồng bằng sông Cửu Long theo vùng đặc trưng và điều chỉnh lượng đạm theo bảng so màu lá lúa thì lượng đạm và lân cần cho cây lúa đối với vụ Đông Xuân cần 90-110 Kg N/ha, 40-50 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; vụ Hè Thu cần 75-95 Kg N/ha, 50-60 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

### **2.5.2 Nhu cầu nước qua các thời kỳ sinh trưởng của cây lúa**

Lúa tiêu tốn một thể tích nước lớn khi được tưới hoàn toàn, đặc biệt là trong mùa nắng. Thay vì sử dụng nước sông rạch để tưới cho lúa, nước thải nếu có từ các ao nuôi lân cận có thể cung cấp được hầu hết nhu cầu nước cho lúa đồng thời cũng cung cấp một lượng dinh dưỡng đáng kể (Cao Van Phung *et al.*, 2010). Ô nhiễm môi trường do chất thải từ nuôi cá tra ở mức rất cao. Với đặc tính lượng nước thải nhiều chủ yếu dạng dễ phân hủy sinh học trong điều kiện các khu vực nuôi cá đều nằm trong các vùng nông thôn, gần các khu sản xuất nông nghiệp nên các giải pháp áp dụng để xử lý nước thải từ nuôi cá đều thiên về hướng sử dụng công nghệ sinh học tự nhiên và đơn giản (Đương Công Chinh và *ctv.*, 2010). Hơn thế nữa, việc quản lý đúng đầu vào của chất thải có thể làm giảm nhu cầu sử dụng phân bón (Falahi-Ardakani *et al.*, 1987 trích dẫn bởi Cao Van Phung *et al.*, 2010). Theo Sam (1997) được trích bởi Dang Kieu Nhan *et al.* (2007), nhu cầu nước tưới cho ruộng lúa ở đồng bằng sông Cửu Long ở vụ Đông Xuân là 7.920 m<sup>3</sup>/ha, vụ Hè Thu là 3.520 m<sup>3</sup>/ha và vụ Thu Đông là 6.500 m<sup>3</sup>/ha.

#### **2.5.2.1 Thời kỳ gieo – mạ**

Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Luật (2003) cho rằng thời kỳ gieo đến khi cây mạ có 3 lá, chế độ nước liên quan đến yếu tố nhiệt độ và oxy. Trong thời kỳ này nếu làm đất kỹ, bề mặt ruộng tương đối bằng phẳng cần giữ

bão hòa nước hay có một lớp nước nông từ 2 – 5 cm, bộ rễ lúa sẽ phát triển và hút dinh dưỡng thuận lợi. Mặt khác, lớp nước có thể không chế hạt cỏ nảy mầm và sinh trưởng.

#### *2.5.2.2 Thời kỳ để nhánh đến đứng cái*

Kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Hoan (2007) cho biết sau khi để nhánh rộ nếu cần tăng cường sự để nhánh thì rút cạn nước chỉ giữ đủ bùn mềm trong 4 – 5 ngày. Cây lúa sinh thêm một lớp nhánh lúc đó cần đưa nước trở lại mức 5 – 6 cm để các nhánh đã để lớn lên.

Giai đoạn để nhánh rộ đến đứng cái, để loại trừ các nhánh vô hiệu giúp cây lúa tập trung chất dinh dưỡng nuôi các nhánh còn lại, các kết quả nghiên cứu cho thấy rằng hạn chế nhánh vô hiệu bằng cách tháo cạn nước hoặc tưới sâu đều cho năng suất cao, nhưng tháo cạn có tác dụng tốt hơn.

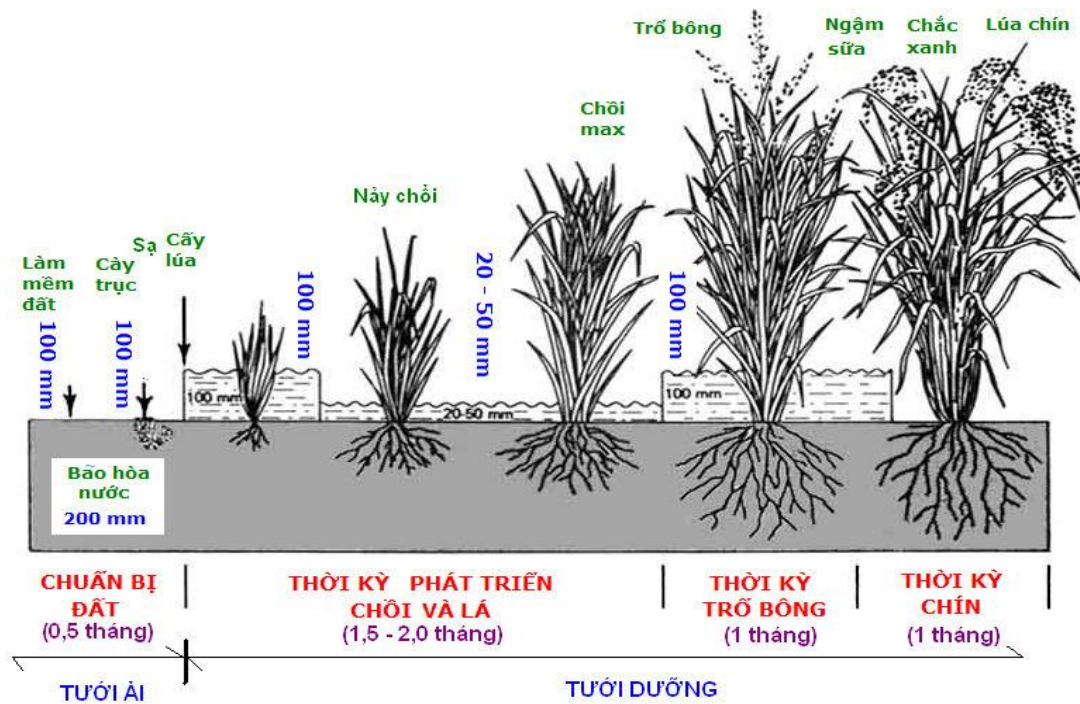
#### *2.5.2.3 Thời kỳ làm đòng đến trở bông*

Nghiên cứu của Nguyễn Văn Luật (2003) cho biết, trong thời kỳ này lúa phát triển đến mức cao nhất, nhu cầu nước của cây lúa rất cao. Thiếu nước dù chỉ trong thời gian ngắn cũng làm giảm năng suất rõ rệt. Không có lớp nước mặt hoặc lớp nước sâu từ 20 – 25 cm thì trọng lượng khô, thân lá, hạt đều giảm so với lớp nước nông từ 3 – 5 cm. Lớp nước nông đảm bảo đủ lượng nước cần thiết cho lúa và nhiệt độ được đều hòa, kích thích rễ lúa ăn sâu và đâm ngang, hút được nhiều chất dinh dưỡng hơn. Khi ẩm độ xuống dưới 60% độ ẩm tối đa thì lúa bị nghẹn đòng

#### *2.5.2.4 Thời kỳ trở đến chín*

Theo nghiên cứu của Nguyễn Văn Hoan (2007) cho biết, thời kỳ này cây lúa thiếu nước sẽ ảnh hưởng đến độ mây của hạt, trọng lượng hạt và năng suất sẽ giảm. Nhưng nếu giữ lớp nước trên ruộng trong suốt thời kỳ này thì lúa chín chậm, hàm lượng nước trong hạt cao, chất lượng sản phẩm không tốt. Vì vậy, rút nước khi bông lúa đỏ đuôi sẽ làm lúa chín nhanh, chín đều, thuận lợi cho công tác thu hoạch trên đồng ruộng. Thường rút nước vào khoảng 15 – 20 ngày trước khi gặt.

Theo Lê Anh Tuấn (2009), cây lúa có nhiều giai đoạn sinh trưởng. Tùy theo giống lúa và mùa vụ, thời gian sinh trưởng từ lúc sạ/cấy đến khi thu hoạch khoảng từ 95 – 145 ngày. Ta có thể gọi giai đoạn từ khi có cây mạ đến lúc chồi max là thời kỳ phát triển, giai đoạn cây lúa làm đòng (trọng giá) – trở bông là thời kỳ trở bông hay thời kỳ sinh sản, cuối cùng khi hạt lúa ngậm sữa – chắc xanh cho đến lúc thu hoạch là thời kỳ chín.



Hình 2.7 Các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa và nhu cầu tưới (xấp xỉ)

Trong canh tác lúa, có hai thời kỳ tưới quan trọng là thời kỳ tưới ải (chuẩn bị đất) và thời kỳ tưới dưỡng. Tưới ải nhằm làm mềm đất cho đến khi đất được bão hòa nước tạo điều kiện cho việc cày ải. Thời kỳ làm ải thường khoảng 2 - 3 tuần, không nên kéo dài quá 4 tuần vì sẽ ảnh hưởng đến các vụ sau. Tưới dưỡng nhằm duy trì lượng nước cần trong ruộng bù cho lượng nước mất đi do bốc hơi và thấm rút xuống đất trong giai đoạn từ sau khi cấy cho đến khi lúa gần chín.

## 2.6 Các cơ chế loại bỏ chất ô nhiễm bằng đất ngập nước

Theo Trương Thị Nga và Ngô Thụy Diễm Trang (2013), các cơ chế loại bỏ chất ô nhiễm bằng đất ngập nước được trình bày như sau:

### 2.6.1 Cơ chế loại bỏ chất hữu cơ BOD

Trong hệ thống đất ngập nước xử lý nước thải các chất rắn sẽ được lắng xuống đáy và sau đó bị phân hủy bởi các vi sinh vật yếm khí. Các chất rắn lơ lửng hoặc chất hữu cơ hòa tan được loại đi bởi các hoạt động của vi sinh vật nằm lơ lửng trong nước, bám vào bùn lắng, bám vào thân và rễ của các thủy sinh thực vật. Vai trò chính của việc loại bỏ chất hữu cơ là do các hoạt động của các thủy sinh vật, việc hấp thu trực tiếp do thủy sinh vật không đáng kể nhưng các thủy sinh thực vật tạo giá bám cho các vi sinh vật thực hiện vai trò của mình.

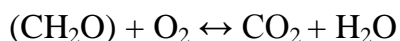
Chất hữu cơ có thể lắng bị phân hủy nhanh chóng do sự lắng xuống phân hủy hay lọc. Sự phát triển của hệ vi sinh vật sống bám vào hợp chất hữu cơ hòa tan thúc đẩy sự phân hủy trong điều kiện hiếu khí hay yếm khí. Lượng

oxy cần thiết cho quá trình phân hủy được cung cấp thông qua sự khuếch tán không khí vào vùng rễ hay sự vận chuyển khí từ thân xuống rễ. Trong hệ thống sự hấp thu chất hữu cơ của thực vật không đáng kể so với sự phân hủy của vi sinh vật.

Hai nguồn cung cấp cacbon chính cho vi sinh vật trong hệ thống là cacbon hữu cơ trong chất hữu cơ và khí CO<sub>2</sub>. Ứng với mỗi nguồn cacbon là mỗi nhóm vi sinh vật: vi sinh vật dị dưỡng (heterotrophs) sử dụng cacbon sinh ra trong quá trình phân hủy vật chất hữu cơ và vi sinh vật tự dưỡng (autotrophs) sử dụng CO<sub>2</sub>. Trong hệ thống đất ngập nước vì đầu vào của hệ thống rất giàu chất hữu cơ.

### ***Sự phân hủy hiếu khí***

Sự phân hủy hiếu khí chất hữu cơ hòa tan của nhóm vi sinh vật hiếu khí thể hiện qua phản ứng:



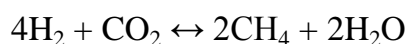
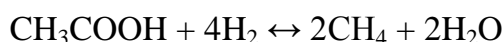
Sự phân hủy hiếu khí diễn ra ở hầu hết các loại nước thải tuy nhiên tốc độ diễn ra chậm do sự giới hạn số lượng vi sinh vật trong nước. Quá trình phân hủy chủ yếu diễn ra trên màng sinh học trên bề mặt chất rắn, bao gồm trầm tích, đất, vật chất phân hủy và các bộ phận của thực vật chìm trong nước (IWA specialist, 2000)

### ***Sự phân hủy yếm khí***

Sự phân hủy yếm khí diễn ra nhiều giai đoạn với sự tham gia của nhóm vi sinh vật tùy nghi (facultative micro-organism) hay nhóm vi sinh vật dị dưỡng bắt buộc. Sản phẩm sinh ra ở các giai đoạn đầu là axit acetic, axit butyric, axit lactic, rượu và các khí khác theo phương trình phản ứng:



Axit acetic được sinh ra chủ yếu trong điều kiện đất hay trầm tích ngập nước. Nhóm vi sinh vật khử sulphate sử dụng axit acetic để khử H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> thành H<sub>2</sub>S. Quá trình hình thành H<sub>2</sub>S phụ thuộc vào cấu trúc phức tạp của quần xã vi sinh vật tùy nghi đối với chất nền có sống thông qua quá trình biến dưỡng của chúng.





Nhóm vi sinh vật sinh khí CH<sub>4</sub> hoạt động sau đó và chúng chỉ hoạt động trong khoảng pH = 6,5 – 7,5. Vì vậy, khi nhóm vi sinh vật sinh axit hoạt động mạnh mẽ sẽ làm hệ thống có mùi hôi.

### **2.6.2 Cơ chế loại nitơ**

Quá trình loại bỏ nitơ trong chất hữu cơ do sự diễn ra luân phiên các quá trình amon hóa, nitrit hóa và phản nitrit hóa. Amonia bị oxy hóa bởi vi sinh vật nitrit ở vùng tiếp xúc với không khí. Nitơ hữu cơ bị khoáng hóa trong quá trình thủy phân bởi nhóm vi sinh vật phân hủy. Nitrate được chuyển sang dạng khí N<sub>2</sub> tự do hay N<sub>2</sub>O bởi nhóm vi sinh vật khử nitrit ở vùng thiếu oxy. Oxy cung cấp cho quá trình nitrit hóa khuếch tán từ không khí xuống vùng rễ cho đất khi chúng chết và bị phân hủy. Bên cạnh đó, quá trình bay hơi của nitơ cũng góp phần vào quá trình loại bỏ nitơ của hệ thống.

- Quá trình khoáng hóa là quá trình chuyển nitơ hữu cơ sang dạng N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Quá trình khoáng hóa diễn ra nhanh chóng trong điều kiện hiếu khí và chậm dần khi môi trường chuyển sang dạng yếm khí. Giá trị pH thích hợp cho quá trình amon diễn ra là 6,5 – 8,5.

- Quá trình nitrit hóa được định nghĩa là quá trình oxy hóa sinh học chuyển sang dạng NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sang dạng NO<sub>3</sub><sup>-</sup> thông qua dạng nitrit NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Vi khuẩn nitrit hóa sử dụng năng lượng sinh ra trong quá trình oxy hóa NH<sub>4</sub><sup>+</sup> thành NO<sub>3</sub><sup>-</sup> và sử dụng CO<sub>2</sub> là nguồn cung cấp cacbon cho tế bào. Theo Vymazal (1995) được trích bởi Trương Thị Nga và Ngô Thụy Diễm Trang (2013) quá trình nitrit hóa bị tác động bởi các yếu tố nhiệt độ, pH, nguồn cacbon vô cơ, mật độ vi khuẩn, nồng độ NH<sub>4</sub><sup>+</sup> và nồng độ oxy (IWA specialist group, 2000)

- Quá trình phản nitrit hóa diễn ra trong điều kiện thiếu oxy, nitrate bị khử thành dạng N<sub>2</sub> hay các dạng nitơ oxyt. Có nhiều giống vi khuẩn tham gia vào quá trình phản nitrit hóa: *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Acromonas*, *Vibrio*, *Achromobacter*, *Aerobacter*, *Alcaligenses*, *Azospirillum*, *Brevibacterium*, *Flavobacterium*, *Spirillum*, *Thiobacillus*; trong đó 3 giống vi khuẩn đầu tiên hiện diện nhiều trong đất. Vymazal (2003) được trích bởi Trương Thị Nga và Ngô Thụy Diễm Trang (2013) cho rằng quá trình phản nitrit hóa phụ thuộc vào điều kiện oxy, điện thế oxy hóa khử, độ ẩm đất, nhiệt độ, pH, loại đất, vật chất hữu cơ và đặc biệt là sự hiện diện của nhóm vi khuẩn phản nitrit hóa.

### **2.6.3 Cơ chế loại photpho**

Photpho trong nước thải được khử đi do các thủy sinh vật hấp thu vào cơ thể, bị hấp phụ hay kết tủa. Quá trình thiết kế hệ thống đất ngập nước ảnh

hưởng lớn đến sự loại bỏ P. Quá trình loại bỏ P liên quan đến quá trình tạo ra trầm tích trong hệ thống: sự hấp thu của vi sinh vật, vi khuẩn, tảo và bèo tấm,... Sự lặp lại các chu trình phát triển, chết đi, phân hủy tạo nên P ở dạng dễ hấp thu của vi sinh vật. Các chu trình cũng diễn ra tương tự ở thực vật bậc cao nhưng thời gian diễn ra chậm hơn (vài năm). Bên cạnh đó, vi khuẩn cũng tham gia vào quá trình khoáng hóa sinh học, chẳng hạn quá trình hấp thu và giữ chặt P của vật chất phân hủy và quá trình giữ lại P của các nhóm tảo giàu canxi. Tuy nhiên, hiệu suất của quá trình này khó có thể tiên đoán được. Quá trình hấp phụ và kết tủa phụ thuộc vào các nhân tố như là pH, khả năng oxy hóa khử, hàm lượng sắt, nhôm, canxi và các thành phần sét. Cuối cùng photpho sẽ được loại ra khỏi hệ thống thông qua việc thu hoạch các thủy sinh vật và vét bùn lắng ở đáy ao.

## **2.7 Xử lý nước thải bằng cánh đồng tưới và cánh đồng lọc**

Theo Lương Đức Phẩm (2002), cánh đồng tưới có 2 chức năng: Xử lý nước thải và tưới bón cây trồng. Tùy chức năng nào là chính, cánh đồng tưới sẽ là cánh đồng tưới công cộng hay cánh đồng tưới nông nghiệp hoặc chỉ làm chức năng xử lý nước thải gọi là bãi lọc (còn gọi là cánh đồng lọc). Đối với cánh đồng tưới nông nghiệp, ngoài khả năng làm ẩm đất còn phải đáp ứng các chất dinh dưỡng (N, P, K) cho cây trồng. Việc dùng nước thải tưới cho cây trồng có thể tăng năng suất lên 2 – 4 lần.

Trong quá trình tưới, cây trồng chỉ sử dụng một phần các chất dinh dưỡng có trong nước thải, đối với nitơ là 49%, phospho và Kali có thể tới 90%. Phần còn lại ở trong đất và theo nước thoát ra kênh. Xử lý nước thải bằng cánh đồng tưới và bãi lọc có thể đạt hiệu quả rất cao: BOD<sub>20</sub> còn 10 – 15 mg/L, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> còn 25 mg/L, vi khuẩn giảm tới 99,9%. Nước sau xử lý không cần khử khuẩn có thể đổ vào các thủy vực.


Xử lý nước thải bằng cánh đồng lọc là việc tưới nước thải lên bề mặt của một cánh đồng với lưu lượng tính toán để đạt được một mức xử lý nào đó thông qua quá trình lý, hóa và sinh học tự nhiên của hệ đất - nước - thực vật của hệ thống. Ở các nước đang phát triển, diện tích đất còn thừa thải, giá đất còn rẻ do đó việc xử lý nước thải bằng cánh đồng lọc được coi như là một biện pháp rẻ tiền. Xử lý nước thải bằng cánh đồng lọc đồng thời có thể đạt được ba mục tiêu:

- Xử lý nước thải
- Tái sử dụng các chất dinh dưỡng có trong nước thải để sản xuất
- Nạp lại nước cho các túi nước ngầm

So với các hệ thống nhân tạo thì việc xử lý nước thải bằng cánh đồng lọc cần ít năng lượng hơn. Xử lý nước thải bằng cánh đồng lọc cần năng lượng để vận chuyển và tưới nước thải lên đất, trong khi xử lý nước thải bằng các biện pháp nhân tạo cần năng lượng để vận chuyển, khuấy trộn, sục khí, bơm hoàn lưu nước thải và bùn... Do ít sử dụng các thiết bị cơ khí, việc vận hành và bảo quản hệ thống xử lý nước thải bằng cánh đồng lọc dễ dàng và ít tốn kém hơn. Tuy nhiên, việc xử lý nước thải bằng cánh đồng lọc cũng có những hạn chế như cần một diện tích đất lớn, phụ thuộc vào cấu trúc đất và điều kiện khí hậu.

Tùy theo tốc độ di chuyển, đường đi của nước thải trong hệ thống người ta chia cánh đồng lọc ra làm 3 loại:

- Cánh đồng lọc chậm (SR)
- Cánh đồng lọc nhanh (RI)
- Cánh đồng chảy tràn (OF)

 Các cơ chế xử lý nước thải trong cánh đồng lọc

#### *a) Các cơ chế lý học*

Khi nước thải ngấm qua các lỗ rỗng của đất, các chất rắn lơ lửng sẽ bị giữ lại do quá trình lọc. Độ dày của tầng đất diễn ra quá trình lọc biến thiên theo kích thước của các chất rắn lơ lửng, cấu trúc đất và vận tốc của nước thải. Lưu lượng nước thải càng cao, các hạt đất càng lớn thì bề dày của tầng đất diễn ra quá trình lọc càng lớn. Đối với cánh đồng lọc chậm do lưu lượng nước thải áp dụng cho hệ thống thấp nên các chất rắn lơ lửng có kích thước lớn sẽ bị giữ lại ngay trên bề mặt đất, các chất rắn lơ lửng có kích thước nhỏ và vi khuẩn bị giữ lại ở vài centimet đất mặt. Các chất hòa tan trong nước thải có thể bị pha loãng do nước mưa, các quá trình chuyển hóa hóa học và sinh học có thể loại bỏ được các chất này. Tuy nhiên ở những vùng khô hạn có tốc độ bốc hơi nước cao, các chất này có thể bị tích tụ lại (ví dụ các muối khoáng). Một điều khác cần chú ý là nếu hàm lượng chất lơ lửng quá cao nó sẽ lấp đầy các lỗ rỗng của đất làm giảm khả năng thấm lọc của đất, cũng như làm nghẹt các hệ thống tưới. Trong trường hợp này ta nên cho cánh đồng lọc “nghỉ” một thời gian để các quá trình tự nhiên phân hủy các chất rắn lơ lửng tích tụ này, phục hồi lại khả năng thấm lọc của đất.

#### *b) Các cơ chế hóa học*

Hấp phụ và kết tủa là hai cơ chế xử lý hóa học quan trọng nhất trong quá trình. Quá trình trao đổi cation chịu ảnh hưởng bởi khả năng trao đổi cation của đất (CEC), thường khả năng trao đổi cation của đất biến thiên từ 2-60 meq/100g. Hầu hết các loại đất có CEC nằm trong khoảng 10 - 30. Quá trình

trao đổi cation quan trọng trong việc khử nitrogen của amonium. Phosphorus được khử bằng cách tạo thành các dạng không hoặc ít hòa tan. Ở các vùng khô hạn khó tránh khỏi việc tích tụ của các ion Natri làm phá hủy cấu trúc đất và giảm khả năng thấm lọc của đất. Để đánh giá mức độ nguy hại của quá trình này người ta thường dùng tỉ lệ hấp phụ natri (SAR).

Các loại đất và lưu lượng nước thải ứng dụng cho các cánh đồng lọc trong đó Na, Ca, Mg là nồng độ các cation tương ứng có trong nước thải được tính bằng meq/L. Khi dùng cánh đồng lọc để xử lý nước thải cần phải có bước tiền xử lý nhằm khống chế pH của nước thải trong khoảng 6,5 ~ 9 để không làm hại thảm thực vật.

### c) Cơ chế sinh học

Các quá trình sinh học thường diễn ra ở phần rễ của thảm thực vật. Số lượng vi khuẩn trong đất biến thiên từ 1 ~ 3 tỉ/g đất, sự đa dạng của chúng cũng giúp cho quá trình phân hủy các chất hữu cơ tự nhiên hoặc nhân tạo. Sự hiện diện hay không của oxy trong khu vực này cũng ảnh hưởng rất lớn đến quá trình phân hủy và sản phẩm cuối cùng của hệ thống. Hàm lượng oxy có trong khu vực này tùy thuộc vào cấu trúc (độ rỗng) của đất. Do sự phân hủy của các vi sinh vật đất, các chất nitrogen, phosphorus, sulfur chuyển từ dạng hữu cơ sang dạng vô cơ và phần lớn được đồng hóa bởi hệ thực vật. Quá trình khử nitrat cũng có thể diễn ra nếu lưu lượng nạp chất hữu cơ quá cao, đất quá mịn, thường xuyên ngập nước, mực thủy cấp cao, pH đất trung tính hoặc kiềm nhẹ, nhiệt độ ấm...

Các mầm bệnh, ký sinh trùng bị tiêu diệt do tồn tại bên ngoài ký chủ một thời gian dài, cạnh tranh với các vi sinh vật đất, bám trên các bộ phận của thảm thực vật sau đó bị tiêu diệt bởi tia UV trong bức xạ mặt trời.

## 2.8 Tổng quan các phương pháp xử lý nước thải ao nuôi cá Tra

Sự ô nhiễm do chất thải ao nuôi cá thường do hàm lượng carbon hữu cơ và các chất dinh dưỡng cao (Pillay, 1992) cho dù chất rắn lơ lửng cao,  $N-NH_4$  và COD cũng làm cho ít được chấp nhận để sử dụng. Hơn thế nữa, cách thức xả thải này cũng làm cho việc phát tán bệnh tật trên cá da trơn vì người nuôi cuối nguồn nước sẽ lấy nước vào ao nuôi của họ (Phan *et al.*, 2009). Các loài gây bệnh cho cá ở mức cao vào đầu mùa mưa ở vùng đồng bằng sông Cửu Long. Số lượng chất thải được tạo ra tùy thuộc vào số lượng và chất lượng thức ăn (Cowey and Cho, 1991). Điều này có liên quan đến hệ số biến chuyển thức ăn thấp từ thức ăn viên hơn là của thức ăn tự chế (Phan *et al.*, 2009).

Trong những năm gần đây các nhà khoa học ngày càng quan tâm đến tác động của sự ô nhiễm dưỡng chất từ nuôi trồng thủy sản. Nhiều cách xử lý đã được sử dụng cho những nguồn nước thải thủy sản ở nhiều quốc gia khác nhau. Tại trường đại học Mississippi Mỹ đã nghiên cứu sử dụng hệ thống đất ngập nước để xử lý chất thải trong nuôi cá da trơn ở Mỹ với tỷ lệ tương ứng sử dụng là 15 - 35% diện tích đất ngập nước so với diện tích nuôi cá cho hiệu quả xử lý Amoni từ 2 - 63%;  $\text{NO}_2^-$  29 - 97%;  $\text{NO}_3^-$  28 - 80%, Phosphorus 52 - 95%. 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 để sử dụng cho các mục đích năng lượng. Tại Thái Lan nhóm nghiên cứu của Yang 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 được chuyển sang bể nuôi cá rô phi sau 3 - 7 ngày được tuần hoàn lại cho bể nuôi cá tra cho hiệu quả về kinh tế và môi trường. Tại Việt Nam các nghiên cứu sử dụng hệ thống đất ngập nước để xử lý chất thải trong nuôi cá tra cho hiệu quả. Thử nghiệm của Lê Anh Tuấn - Đại học Cần Thơ sử dụng cách lọc nước thải qua khu đất ngập nước chày ngầm kiến tạo cho hiệu quả xử lý khá cao. Hiệu quả xử lý trong hệ thống này là khá khả quan:  $\text{BOD}_5$  đạt 84%, TKN 85%, TSS 67 - 96% (Dương Công Chinh và *ctv.*, 2010).

Nghiên cứu của Châu Minh Khôi và *ctv.* (2012) khi sử dụng Lục bình (*Eichhorina crassipes*) và Cỏ Vetiver (*Vetiver zizanioides*) xử lý ô nhiễm đạm, lân hữu cơ hòa tan trong nước thải ao nuôi cá tra cho thấy, Lục bình và cỏ Vetiver được trồng trong môi trường được cung cấp đầy đủ các thành phần dinh dưỡng khoáng. Tuy nhiên, N khoáng hoặc P khoáng được thay thế bằng hợp chất hữu cơ N-Glycine hoặc P-Glucose 1-phosphate. Khả năng giúp giảm thiểu N và P hữu cơ hòa tan của Lục bình và cỏ Vetiver được đánh giá dựa vào tốc độ giảm N và P hữu cơ hòa tan theo thời gian. Kết quả xử lý ô nhiễm N và P hữu cơ của Lục bình và Cỏ cũng được kiểm chứng bằng cách trồng các thực vật này trong nước thải được lấy trực tiếp từ ao nuôi cá tra. Kết quả thí nghiệm cho thấy cả hai thực vật này đều phát triển tốt trong môi trường dinh dưỡng được thay thế N khoáng bằng Glycine hoặc P khoáng bằng Glucose 1-phosphate. Sau 1 tháng trồng, nghiệm thức trồng lục bình giảm 88% N hữu cơ và 100% P hữu cơ. Tương tự, trồng cỏ vetiver giảm 85% N hữu cơ và 99% P hữu cơ. Khi trồng Lục bình và cỏ Vetiver trực tiếp trong nước được lấy từ các ao nuôi cá tra cho thấy hàm lượng N và P hữu cơ gần như giảm 100% sau 1 tháng trồng.

Kết quả nghiên cứu của Cao Ngọc Điệp và *ctv.* (2012) khi sử dụng chế phẩm sinh học bao gồm ba dòng vi khuẩn có hiệu quả kết tụ cao (dòng T2a, KT1 và P11) 3 dòng vi khuẩn khử đạm và lân (dòng N9b, 6Rc và LV1) để xử lý nước-bùn thải từ đáy ao cá tra, kết quả cho thấy hỗn hợp hai dòng KT1 và P11 cho hiệu quả kết tụ và lắng bùn tốt nhất (132,58 g/lít), chỉ số TSS (tổng chất rắn lơ lửng) giảm từ 359 mg/l (đối chứng) xuống 13 mg/l và hàm lượng COD giảm từ 1.440 mg/l (đối chứng) xuống 55 mg/l sau 48 giờ và giảm hàm lượng amoni xuống <2 mg/l và  $PO_4^- < 0,5$  mg/l sau 60 giờ trong mô hình thí nghiệm bình 10-L. Trong thí nghiệm ngoài ao lớn (5.000 m<sup>2</sup>), ứng dụng chế phẩm sinh học cho thể tích 200 m<sup>3</sup> nước-bùn đáy ao, hàm lượng TSS giảm từ 3,018 mg/l (ban đầu) xuống 59 mg/l và hàm lượng COD giảm từ 336 mg/l xuống 43 mg/l và giảm hàm lượng amoni <5,91 mg/l và hàm lượng  $PO_4^- < 0,74$  mg/l trong nước ao thấp sau 48 giờ đạt tiêu chuẩn loại B theo TCVN 5945:2005.

Tần suất của việc thay nước và mật độ cá trong ao cũng sẽ ảnh hưởng đến số lượng và chất lượng nước thải. Tuy nhiên, việc tích hợp nghề nuôi thủy sản vào trong hệ thống nông nghiệp hiện hành được biết là cải thiện được sức sản xuất và bền vững về sinh môi của cả hai hoạt động này bằng cách quản lý tốt hơn và cải thiện được độ phì cho đất do việc tái chế chất thải (Bartone and Arlosoroff, 1987). Hơn thế nữa, việc quản lý đúng đầu vào của chất thải có thể làm giảm nhu cầu sử dụng phân bón (Falahi-Ardakani *et al.*, 1987 trích dẫn bởi Cao Van Phung *et al.*, 2010).

## **2.9 Tổng quan về tái sử dụng nước thải ao nuôi cá Tra cho nông nghiệp**

Ô nhiễm môi trường do chất thải từ nuôi cá tra ở mức rất cao. Với đặc tính lượng nước thải nhiều chủ yếu dạng dễ phân hủy sinh học trong điều kiện các khu vực nuôi cá đều nằm trong các vùng nông thôn, gần các khu sản xuất nông nghiệp nên các giải pháp áp dụng để xử lý nước thải từ nuôi cá đều thiên về hướng sử dụng công nghệ sinh học tự nhiên và đơn giản (Dương Công Chinh và *ctv.*, 2010). Lúa tiêu tốn một thể tích nước lớn khi được tưới hoàn toàn, đặc biệt là trong mùa nắng. Thay vì sử dụng nước sông rạch để tưới cho lúa, nước thải từ các ao nuôi lân cận có thể cung cấp được hầu hết nhu cầu nước cho lúa đồng thời cũng cung cấp một lượng dinh dưỡng đáng kể (Cao Van Phung *et al.*, 2010).

Theo Dương Công Chinh và *ctv.* (2010), người dân tại xã Phú Bình, Phú Tân, An Giang đã thử nghiệm sử dụng nước thải từ các ao nuôi cá tra để ương cá tra con sau đó tái sử dụng nguồn nước này tưới cho lúa có hiệu quả về kinh tế và môi trường. Người dân ở xã Thạnh Mỹ Tây, Châu Phú, An Giang sử dụng nước thải từ hầm nuôi cá để tưới cho lúa với tỷ lệ 3 ha nuôi cá sử dụng

cho 51 ha lúa cho hiệu quả rõ rệt về kinh tế và môi trường. Các thử nghiệm trên của người dân là một trong những hướng có triển vọng để giải bài toán cho xử lý lượng nước thải khổng lồ phát sinh từ các hầm nuôi cá tra vùng đồng bằng sông Cửu Long.

Một nghiên cứu của Cao Văn Phụng được thực hiện vào mùa khô 2008-2009 tại huyện Phú Tân, tỉnh An Giang cho kết quả là tại các lô trồng lúa có năng suất cao cũng có sự hấp thụ dinh dưỡng (các nguyên tố đa lượng và trung lượng) cao trong rơm và hạt (kg/ha) ngoại trừ lân trong rơm. Kết quả trên cho thấy việc kết hợp nuôi thủy sản vào hệ thống canh tác lúa có thể làm giảm ô nhiễm môi trường nước mặt, giảm lượng phân hóa học sử dụng trên đồng ruộng. Đặc biệt trong nước thải từ các ao nuôi cá tra có các dưỡng chất cần thiết cho quá trình phát triển của cây lúa. Từ đó có thể tăng lợi nhuận cho nông dân đồng thời góp phần phát triển nền nông nghiệp bền vững bên cạnh việc bảo vệ môi trường. Tuy nhiên, nếu nông dân không giảm lượng phân N khi dùng nước thải thì nguy cơ lúa bị đổ ngã sẽ tăng cao (Phung *et al.*, 2009).

Thành phần của nước thải có thể thay đổi từ nơi này sang nơi khác và thay đổi theo thời gian. Điều quan trọng là làm sao nông dân có thể ra quyết định để điều chỉnh lượng bón của cây trồng, mà không quá nhiều hay quá ít. Về đạm, bảng so màu lá lúa đã được nông dân sử dụng để quản lý phân N theo nhu cầu. Bảng so màu lá lúa có thể được sử dụng để xác định liều cung cấp phân N có cần khi tưới bằng nước thải. Việc thêm P trong nước thải là rất lớn và vượt xa nhu cầu của cây trồng và nhiều hơn gấp đôi lượng phân bón thêm vào. Lượng P thừa tùy thuộc vào khả năng hấp phụ P của đất. Trên đất phèn có khả năng hấp phụ lân rất cao, hầu hết P không được cây trồng lấy đi qua hạt sẽ được đất hấp phụ. Trên đất phù sa, khả năng để cân bằng P dương làm cho hàm lượng P trong đất tăng rõ rệt rất cao. Tuy nhiên, tiếp tục áp dụng một lượng dư thừa lân lớn như vậy thường sẽ vượt khả năng hấp phụ lân của đất và ở điểm này đất sẽ phóng thích P vào trong nguồn nước mặt tạo nên nguy cơ cho phú dưỡng. Từ các khía cạnh kinh tế và môi trường của việc xử lý nước thải từ ao cá tra, có thể kết luận rằng sử dụng nước thải của ao nuôi cá tra để tưới tiêu cho lúa mang lại hiệu quả kinh tế cao (Kouka & Engle, 1996 được trích bởi Chau Thi Đa và *ctv.*, 2012).

## **2.10 Giới thiệu đặc điểm vùng nghiên cứu**

### **2.10.1 Vị trí địa lý huyện Vĩnh Thạnh**

Huyện Vĩnh Thạnh cách trung tâm thành phố Cần Thơ gần 80 km về phía Tây Bắc, được chia tách từ huyện Thốt Nốt (cũ), theo Nghị định số 05/2004/NĐ-CP ngày 02 tháng 01 năm 2004 và Nghị định số 12/2008/NĐ-CP

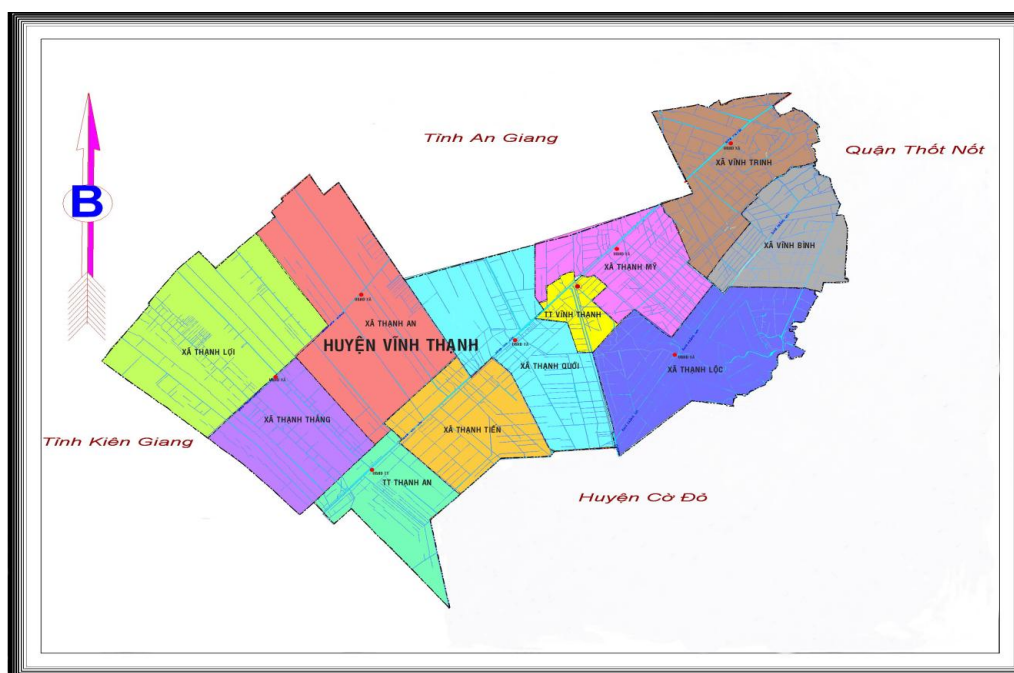
ngày 23 tháng 12 năm 2008 của Chính Phủ. Toàn huyện có diện tích 297,59 km<sup>2</sup>, dân số 117.930 người.

Tọa độ địa lý: 10<sup>0</sup>11'35'' B và 105<sup>0</sup>22'45'' Đ.

Với các mặt tiếp giáp như sau:

- Phía Đông: giáp quận Thốt Nốt, huyện Cờ Đỏ.
- Phía Tây: giáp tỉnh An Giang.
- Phía Nam: giáp tỉnh Kiên Giang.
- Phía Bắc: giáp quận Thốt Nốt và huyện Thoại Sơn, tỉnh An Giang.

Huyện Vĩnh Thạnh có 11 đơn vị hành chính trực thuộc gồm 2 thị trấn và 9 xã: xã Vĩnh Trinh, xã Vĩnh Bình, xã Thạnh Mỹ, xã Thạnh Quới, xã Thạnh An, xã Thạnh Tiến, xã Thạnh Thắng, xã Thạnh Lợi, Thạnh Lộc, thị trấn Vĩnh Thạnh và thị trấn Thạnh An.



Hình 2.8 Bản đồ hành chính huyện Vĩnh Thạnh

### 2.10.2 Đặc điểm vùng nghiên cứu

Theo Ủy ban nhân dân huyện Vĩnh Thạnh (2014) thì diện tích trồng lúa trong năm 2014: 63.914,47 ha/60.847 ha (giảm 749,26 ha), đạt 105,04% kế hoạch, năng suất bình quân đạt 6,23 tấn/ha (tăng 0,06 tấn/ha); diện tích lúa chất lượng cao chiếm 98%, sản lượng đạt 398.239,89 tấn/375.851,8 tấn (giảm 735,35 tấn), đạt 106% kế hoạch. Trong đó, thực hiện cánh đồng lớn là 29 cánh đồng với diện tích 6.738 ha, tăng 14 cánh đồng lớn và 3.484 ha, lợi nhuận mô hình tăng thêm 8,18% so ngoài mô hình (tương đương 1.949.000 đồng/ha).



Diện tích thủy sản thả nuôi được 637,91 ha (tăng 17,65 ha), đạt 91,13% kế hoạch, ước cả năm đạt 100% kế hoạch. Sản lượng thu hoạch được 28.931,16 tấn (tăng 1.239,65 tấn), đạt 73,61% kế hoạch, ước cả năm đạt 91% kế hoạch.

## Chương 3

### NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 3.1 Thời gian và địa điểm nghiên cứu

1) Khảo sát đánh giá hiện trạng nuôi cá tra ở một số vùng trọng điểm ở ĐBSCL được thực hiện từ tháng 01-05/2013. 2) Nghiên cứu thành phần, tính chất và lượng thải của ao cá tra được thực hiện từ tháng 11 năm 2012 đến tháng 12 năm 2013 tại huyện Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ. 3) Thí nghiệm sử dụng nước thải ao nuôi cá tra tưới cho ruộng lúa trong nhà lưới và ngoài đồng được tiến hành vào vụ Hè Thu từ tháng 15/3/2013 đến 24/6/2013 và vụ Đông Xuân từ ngày 20/11/2013 đến ngày 28/2/2014 thuộc huyện Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ. 4) Ứng dụng phương pháp sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới trên ruộng lúa vào thực tiễn được thực hiện từ tháng 3/2014 đến tháng 6/2015 tại các huyện Vĩnh Thạnh (Cần Thơ), Thạnh Mỹ (Cần Thơ), Long Hồ (Vĩnh Long), Hồng Ngự (Đồng Tháp) và Châu Thành (An Giang).

#### 3.2 Phương tiện nghiên cứu

- Dụng cụ thu mẫu nước: chai nhựa một lít, thùng trữ mẫu;
- Thiết bị đo mẫu tại hiện trường: máy đo pH (Eutech, Singapore), máy đo DO (Toledo MO128, Anh);
- Dụng cụ và thiết bị sử dụng phân tích các chỉ tiêu hóa học trong phòng thí nghiệm: ống nghiệm, ống đong, bình phân tích, cân, thiết bị đun dùng phân tích COD và TKN, giàn chưng cất đạm TKN, máy so màu U2800, tủ sấy, ống đong và bình chuẩn độ,...

#### 3.3 Nội dung và phương pháp nghiên cứu

##### ***3.3.1 Đánh giá hiện trạng nuôi cá tra ở ĐBSCL và thành phần, tính chất nước thải ao nuôi cá tra ở khu vực nghiên cứu***

###### *3.3.1.1 Mục tiêu nghiên cứu*

- Phân tích hiện trạng, tình hình nuôi cá tra ở một số vùng trọng điểm ĐBSCL.

- Xác định thành phần và tính chất nước thải ao nuôi cá tra thâm canh.

###### *3.3.1.2 Phương pháp thực hiện*

- Thu thập thông tin và mẫu nước một số vùng nuôi cá tra trọng điểm ở ĐBSCL như Vĩnh Long, Cần Thơ và An Giang.

- Khảo sát các thông số về thành phần và tính chất nước thải ao nuôi cá tra được thực hiện trên 03 ao nuôi tại huyện Vĩnh Thạnh – thành phố Cần Thơ.

➤ *Thu thập thông tin*

- Điều tra, thu thập số liệu thứ cấp từ cơ quan các cấp tỉnh, huyện, xã liên quan đến sản xuất nông nghiệp nhằm thu thập các thông tin liên quan đến hiện trạng diện tích, sản lượng sản xuất, các chính sách, quy hoạch phát triển tại các tỉnh Vĩnh Long, Cần Thơ và An Giang.
- Điều tra, thu thập số liệu sơ cấp thông qua phỏng vấn 50 hộ nuôi cá tra thâm canh tại huyện Vĩnh Thạnh – Cần Thơ bằng phiếu phỏng vấn (Phụ lục) về các vấn đề liên quan đến hình thức sản xuất, các vấn đề kỹ thuật, môi trường và kinh doanh.

➤ *Phương pháp thu mẫu*

Dựa vào quy trình sản xuất và thay nước của các hộ nuôi cá tra tiến hành thu mẫu nước thải theo thời gian nuôi. Mẫu nước được thu lúc trời mát, thu vào buổi sáng từ 08 giờ đến 10 giờ, trữ trong chai nhựa 1 lít. Mẫu nước được thu tại cống xả khi trong ao nuôi cá tra có sự trao đổi nước.

Tổng số lượng mẫu: 3 ao \* 9 thời điểm thu mẫu = 27 mẫu

Bảng 3.1 Thời điểm gian thu mẫu nước thải

<b>Giai đoạn theo dõi</b>	<b>Thời gian nuôi cá (ngày)</b>
Giai đoạn đầu (50-70 ngày)	50
	60
	70
Giai đoạn giữa (100 – 120 ngày)	100
	110
	120
Giai đoạn cuối (150 – 170 ngày)	150
	160
	170

➤ *Chỉ tiêu phân tích*

Mẫu nước được đo tại hiện trường các chỉ tiêu pH bằng máy Eutech, Singapore và chỉ tiêu DO bằng máy Toledo MO128, Anh. Các chỉ tiêu COD, TKN và TP được phân tích trong phòng thí nghiệm Độc học, khoa Môi trường và TNTN, trường Đại học Cần Thơ: COD (mg/L) phân tích theo phương pháp  $K_2Cr_2O_7$  (hồi lưu kín – chuẩn độ); TKN (mg/L) xác định bằng phương pháp tổng đạm Kjeldahl; TP (mg/L) xác định bằng phương pháp Acid Ascorbic.

### **3.3.2 Đánh giá tải lượng COD, tổng đạm và tổng lân tại ao nuôi cá tra**

#### **3.3.2.1 Mục tiêu cụ thể**

Xác định lượng thải chất ô nhiễm (COD, tổng đạm và tổng lân) của ao nuôi cá tra theo vụ nuôi và theo giai đoạn nuôi.

#### **3.3.2.2 Phương pháp thực hiện**

Phương pháp được áp dụng để tiếp cận tính toán tải lượng ô nhiễm do hoạt động nuôi cá tra tại vùng nghiên cứu theo thông tư số 02/TT/2009/BTNMT, tải lượng ô nhiễm được tính toán dựa trên nồng độ chất ô nhiễm và lưu lượng nước thải lớn nhất. Một số chất ô nhiễm chủ yếu của hoạt động nuôi cá tra được theo dõi là COD, tổng đạm và tổng lân. Tải lượng ô nhiễm được tính toán thông qua chất lượng nước ao nuôi.

#### **📌 Điều kiện ao thí nghiệm**

Ao nuôi cá tra thâm canh có diện tích 1.350 m<sup>2</sup>, mực nước trong ao cao nhất là khoảng 4,5 m khi kết thúc quá trình bơm nước vào ao, thấp nhất khoảng 2,5 m khi kết thúc quá trình xả nước thải trong ao ra ngoài, được bao quanh là đất vườn và đất trồng lúa. Chế độ cấp nước và thay nước trong ao theo thủy triều, nước cấp cho ao được lấy trực tiếp từ kênh Đường Trâu Lớn, kênh cấp nước và kênh thải nước riêng biệt thông với ao qua hai cống ngầm, với đường kính cống là 0,25 m, chiều dài khoảng 10 m.

Ao thả cá với mật độ 89 con/m<sup>2</sup>, trọng lượng từ 50 – 70 g/con, nguồn gốc cá giống được thu mua từ Nông trường Cờ Đỏ. Thời gian nuôi kéo dài 6 tháng, sử dụng thức ăn công nghiệp dạng viên nổi của Công ty Cổ phần thức ăn chăn nuôi Việt Thắng với hàm lượng % protein dao động từ 22 – 30%. Thời gian cho cá ăn là 2 lần/ngày, buổi sáng từ 9-10 giờ và buổi chiều từ 3-4 giờ. Trao đổi nước trong ao nuôi thay đổi theo giai đoạn chu kỳ tăng trưởng của cá, giai đoạn cá 1 tháng tuổi số lần thay nước là 5 ngày/lần với tỷ lệ thay nước là 30%, tháng thứ 2 số lần thay nước là 2 ngày/lần với tỷ lệ thay nước 30 - 40%, từ tháng thứ 3 trở đi chu kỳ thay nước là 1 ngày/lần với tỷ lệ thay nước là 30 - 40%.

Tổng lượng thức ăn cho cả vụ nuôi là 110 tấn. Hệ số chuyển hóa thức ăn (FCR) là 1,71 Trung bình trọng lượng cá thu hoạch là 860 gram – 1 kg/con, năng suất đạt khoảng 73 tấn.



Hình 3.1 Ao cá tra nghiên cứu

#### 3.4.2.3 Phương pháp đo lưu lượng

Cống cấp và cống thải có hình trụ tròn với đường kính là 0,25 m, chiều dài khoảng 10 m. Đây được xem là dạng dòng chảy qua vòi ngập dưới mặt nước, có cột áp thay đổi theo thời gian. Theo Nguyễn Phan Nhân (2011), để đo lưu lượng dòng chảy qua cống cấp và cống xả thải của ao nuôi áp dụng công thức *Becnuli* để đo lưu lượng, lấy mặt chuẩn qua tâm miệng cống. Lưu lượng nước cấp vào và thải ra được đo liên tục từ lúc bắt đầu thải cho tới khi ngừng thải nước. Công thức tính lưu lượng như sau:

$$Q = \mu\omega\sqrt{2g(H_1 - H_2)}$$

Trong đó:

- $Q$  ( $m^3/s$ ): lưu lượng nước
- $\mu$ : hệ số lưu lượng ( $\mu=0.6-0.62$ )
- $\omega$  ( $m^2$ ): là diện tích tiết diện mặt cắt ngang của cống thoát nước ( $\omega=r^2\pi$ )
- $g$ : gia tốc trọng trường ( $9,81 m/s^2$ )
- $H_1$ : chiều cao cột nước trong ao tính từ tâm miệng cống thoát đến mặt thoáng của nước (cống thải)/chiều cao cột nước ngoài kênh dẫn nước (cống lấy nước)
- $H_2$ : chiều cao cột nước ngoài ao tính từ tâm miệng cống thoát đến mặt thoáng của nước (cống thải)/chiều cao mặt nước trong ao (cống lấy nước)

Xác định lưu lượng nước qua cống phải dựa trên sự chênh lệch chiều cao mực nước trong ao và ngoài thủy vực lân cận. Chiều cao mực nước này được xác định là chiều cao tính từ mặt thoáng của mực nước hiện tại đến tâm miệng cống thải. Để dễ dàng cho việc xác định chiều cao từ mực nước hiện tại đến tâm miệng cống, những cột đo mực nước có phân vạch được sử dụng và cắm ở hai đầu cống thải, mỗi vạch có độ dài là 0,4 m, tính từ vạch số 0 đến vạch cao nhất là 2 m. Sau đó, đo khoảng cách từ tâm miệng cống đến vạch số 0. Chiều cao mực nước hiện tại đến tâm miệng cống ngầm thải là tổng chiều cao mực nước hiện tại tính từ vạch số 0 theo cột đo và khoảng cách từ vạch số 0 đến tâm miệng cống ngầm thải.

Lưu lượng nước được đo thực tế. Lưu lượng nước thải ra được đo liên tục từ lúc bắt đầu thải cho tới khi ngừng thải nước, mực nước trong ao thấp nhất và lưu lượng cấp thì được đo từ khi cho nước vào cho đến khi sự chênh lệch mực nước trong ao và ngoài sông thấp nhất thì ngưng. Khoảng cách thời gian giữa hai lần đo khi có thải nước và có cấp nước trung bình là 10 phút. Càng về sau của thời gian thải nước thì khoảng cách hai lần đo có thể kéo dài hơn là 20 phút. Tổng thời gian nước qua cống khi có cấp nước và thải nước trung bình khoảng 6 giờ/ngày đêm.

#### 3.4.2.4 Phương pháp thu mẫu

Phương pháp thu mẫu theo Phụ lục 3 Phương pháp bảo toàn khối lượng kèm theo Thông tư số 02/TT/2009/BTNMT. Mẫu nước được thu đồng thời với thời gian đo lưu lượng khi ao cá được thay nước. Mẫu nước được thu trực tiếp ở ao nuôi cá và kênh dẫn nước vào ao ở độ sâu 20-40 cm tính từ mặt nước. Mẫu nước được thu mỗi tháng 2 đợt vào lúc triều cường và triều kiệt, mỗi đợt thu liên tục 3 ngày, thu liên tục trong 6 tháng nuôi.

- Mẫu nước ao: Mẫu nước trong ao được thu theo chiều dài của ao gồm 3 mẫu tổ hợp ở 3 điểm (gần cống cấp, giữa ao và gần cống thải), trong đó mẫu tổ hợp là 3 mẫu đơn của mẫu được thu tại giữa dòng,  $\frac{1}{4}$  chiều rộng của ao từ bờ bên trái và  $\frac{1}{4}$  chiều rộng ao từ bờ bên phải.

- Mẫu nước kênh cấp nước: thu mẫu tổ hợp tại kênh dẫn nước cung cấp cho ao nuôi gồm một mẫu ở ngay cống đầu vào, hai mẫu còn lại thu cách đó từ 50-100 m ở đầu và cuối nguồn rồi cho vào xô, sau khi trộn đều dùng chai nhựa dung tích 1 lít lấy đầy nước.

Mẫu nước sau khi thu được bảo quản bằng cách cho vào thùng mút có chứa sẵn nước đá mang về phòng thí nghiệm trong ngày. Mẫu được dán nhãn và ghi ký hiệu đầy đủ thông tin về địa điểm và thời gian thu mẫu. Sau đó mẫu được chuyển sang trữ trong tủ mát ở 4<sup>0</sup>C chờ phân tích.

#### 3.4.2.5 Phương pháp phân tích

Các chỉ tiêu COD, TKN và TP được phân tích trong phòng thí nghiệm Khoa Môi trường và TNTN, trường Đại học Cần Thơ.

#### 3.4.2.6 Phương pháp tính toán

➤ *Tính toán tải lượng ô nhiễm ao nuôi*

Tải lượng ô nhiễm ao nuôi cá tra thâm canh là hiệu số giữa tải lượng của chất ô nhiễm trong nước thải và tải lượng của chất này trong nước cấp vào ao (nguồn cấp):

$$L_{\text{ao nuôi}} = L_{\text{nguồn thải}} - L_{\text{nguồn cấp}}$$

Trong đó

- $L_{\text{ao nuôi}}$  (kg/ngày): tải lượng chất ô nhiễm của ao nuôi cá tra thâm canh
- $L_{\text{nguồn thải}}$  (kg/ngày): tải lượng chất ô nhiễm được đo đạc thực tế khi có xả thải nước
- $L_{\text{nguồn cấp}}$  (kg/ngày): tải lượng chất ô nhiễm được đo đạc thực tế của kênh dẫn khi cấp nước vào ao.

Theo quy định tính tải lượng ô nhiễm của thông tư số 02/TT/2009/BTNMT, tải lượng ô nhiễm được tính dựa vào lưu lượng và nồng độ ô nhiễm lớn nhất của ao nuôi trong mỗi đợt thu mẫu. Tải lượng ô nhiễm được tính bằng công thức sau:

$$L_t = Q_t * C_t * 86,4$$

Trong đó:

- $L_t$  (kg/ngày) là tải lượng chất ô nhiễm cần xác định
- $Q_t$  (m<sup>3</sup>/s) là lưu lượng nước thải lớn nhất
- $C_t$  (mg/L) là giá trị nồng độ cực đại của chất ô nhiễm cần xác định

86,4 là hệ số chuyển đổi đơn vị thứ nguyên từ (m<sup>3</sup>/s)\*(mg/l) sang (kg/ngày).

Tuy nhiên, hệ số 86,4 chỉ áp dụng cho dòng thải liên tục trong suốt 24 giờ. Kết quả khảo sát thực tế cho thấy dòng thải cấp và thải qua cống ngầm từ ao nghiên cứu khoảng 6 giờ/ngày đêm. Như vậy, công thức tính tải lượng COD, TKN và TP được tính như sau:

$$L_t = Q_t * C_t * 21,6$$

Trong đó: 21,6 là hệ số chuyển đổi đơn vị thứ nguyên từ (m<sup>3</sup>/s)\*(mg/l) sang (kg/ngày).

➤ *Tính toán tải lượng ô nhiễm trong một vụ nuôi*

Tải lượng ô nhiễm của một vụ nuôi cá tra được xác định là tổng tải lượng chất ô nhiễm vào mỗi giai đoạn khi có sự thay đổi tần suất thay nước và thức ăn:

$$V_{ON} = \sum (L_i * T_i)$$

Trong đó:

$V_{ON}$ : tải lượng ô nhiễm trong một vụ nuôi cá tra (kg)

$L_i$ : tải lượng chất ô nhiễm ao nuôi tại giai đoạn  $i$  (kg/ngày)

$T_i$ : tổng số ngày nuôi cá thực tế vào giai đoạn  $i$  (ngày)

$i$ : là thời đoạn thay đổi tần suất thay nước và thức ăn

**3.3.3 Nghiên cứu vai trò của đất lúa trong việc làm giảm ô nhiễm hữu cơ N, P có trong nước thải ao nuôi cá tra**

**3.4.3.1 Mục tiêu nghiên cứu**

Dựa trên kết quả phân tích chất lượng môi trường nước trong ao nuôi cá tra tại khu vực nghiên cứu, đề tài tiến hành bố trí thí nghiệm để tưới lúa, nhằm:

- Đánh giá chất lượng đất trồng lúa trước và sau khi sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để canh tác.

- Đánh giá khả năng làm giảm ô nhiễm hữu cơ, N, P trong nước thải ao cá tra của ruộng lúa.

**3.4.3.2 Phương pháp thực hiện**

**Thí nghiệm 1: nghiên cứu trong điều kiện quy mô nhỏ**

➤ **Bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm được thực hiện vào vụ Hè Thu tại xã Thạnh Mỹ, huyện Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ. Các nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong thùng gồm 4 nghiệm thức (NT) với 3 lần lặp lại.

- NT 1: Dùng nước sông để tưới lúa và bón phân NPK (90N – 50P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30K<sub>2</sub>O);
- NT 2: Dùng nước ao cá tra để tưới lúa và bón phân NPK (90N – 50P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30K<sub>2</sub>O);



- NT 3: Dùng nước ao cá tra để tưới lúa và bón 2/3 phân NPK (90N – 50P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30K<sub>2</sub>O);
- NT 4: Dùng nước ao cá tra để tưới lúa và chỉ bón phân Kali (30K<sub>2</sub>O).



Hình 3.2 Bố trí thí nghiệm trong thùng

Đất để trồng lúa là loại đất phù sa, lớp đất mặt với độ sâu khoảng 0 – 20 (cm) được lấy trực tiếp từ đồng ruộng và được trích mẫu đem phân tích để đánh giá các thành phần hóa học (chất hữu cơ, N, P,...) có sẵn trong đất. Các nghiệm thức bố trí với lượng đất (40 kg/thùng), chiều cao của đất là khoảng 20 (cm) tương ứng với ngoài đồng để rễ lúa phát triển tốt. Lượng nước cho vào mỗi nghiệm thức với độ cao mực nước là 5 (cm) so với mặt đất trong thùng và số cây lúa (sạ 3 hạt cho 1 vị trí, mỗi vị trí cách nhau 5 cm, với mật độ là 9 x 5/thùng) bằng nhau.

Giống lúa sử dụng là giống lúa địa phương trồng (OM 6976) với giai đoạn sinh trưởng là 90 ngày. Lúa sạ với mật độ 45 hạt/thùng, khi lúa được 3 – 4 lá (10 ngày) thì bắt đầu cho nước vào theo điều kiện từng nghiệm thức. Nước thải và nước sông tưới vào lúa được lấy trực tiếp bằng thùng có vòi sen. Ao cá tra có diện tích 700 m<sup>2</sup>, độ sâu của ao là 1,5m, cá tra được 55 ngày tuổi. Nước sông được lấy từ nước kênh Đường Trâu Lớn. Nước tưới vào từng thùng sau 4 ngày xả nước ra và sau khoảng 7 ngày lại tiếp tục cho nước vào. Tiếp tục làm như vậy cho đến khi thu hoạch.

Độ ngập sâu của các thùng trong tuần lễ đầu là 0,3-0,5cm, giai đoạn lúa từ 20-45 ngày mực nước là 1-3cm và giai đoạn 60-70 ngày giữ mực nước là 3-4 cm. Các nghiệm thức được bón phân hóa học tương ứng với quy trình canh

tác của nông dân tại nơi nghiên cứu. Bón phân 3 đợt tương ứng vào các ngày 14, 25, 45 ngày sau sạ:

Đợt 1 và đợt 2: bón 50 kg DAP và 60 kg Urê cho 1 ha (10.000m<sup>2</sup>), tương ứng với diện tích của mỗi thùng là 0,2562 m<sup>2</sup> thì bón 1,281 (g) DAP và 1,537 (g) Urê. Đợt 3: bón 40 kg Urê và 50 kg Kali cho 1 ha (10.000m<sup>2</sup>), tương ứng với diện tích của mỗi thùng là 0,2562 m<sup>2</sup> thì bón 1,025 (g) Urê 1,281 (g) Kali.

Để đồng đều hệ thống, tất cả các lượng phân hóa học bón vào các nghiệm thức sẽ được pha với nước cất mỗi thùng là 200 (ml). Đối với nghiệm thức 3 thì bón phân vô cơ chỉ bón 2/3 lượng phân so với nghiệm thức 1 và nghiệm thức 2. Nghiệm thức 4 chỉ bón Kali.

#### ➤ *Thu thập số liệu*

Mẫu được thu vào buổi sáng từ 08 giờ đến 10 giờ, mẫu đất lấy tại 3 điểm trên mỗi ô thí nghiệm theo đường chéo ở độ sâu 0 – 20 cm (tầng đất canh tác), trộn đều các mẫu, loại bỏ rễ lúa, vỏ ốc... sau đó lấy ra 1 mẫu cho một lần lặp lại, chứa trong túi nilong và buộc kín. Mẫu được phơi ở nhiệt độ phòng đến khi khô, sau đó được nghiền và qua rây có mắt lưới 0,5 mm. Mẫu đất được phân tích tại Bộ môn Khoa học Đất, khoa Nông nghiệp, trường Đại học Cần Thơ. Chỉ tiêu theo dõi: pH, EC, chất hữu cơ (%), phospho tổng (%), nitơ tổng (%), N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

Thu mẫu đất trước khi tiến hành thí nghiệm và theo các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa: lúa mạ (10 - 14 ngày), đẻ nhánh (21 - 25 ngày), tạo đọt thân (41 - 45 ngày), làm đòng (54 - 58 ngày), vào hạt (76 - 80 ngày).

Tổng số mẫu đất: 4 NT \* 10 lần lấy mẫu \* 3 lặp lại = 120 mẫu.

#### ➤ *Phương pháp phân tích*

Bảng 3.2 Các phương pháp phân tích mẫu đất

Chỉ tiêu	Cách phân tích
pH, EC	Trích bằng nước cất tỉ lệ 1:2.5 (đất/nước) đo bằng máy pH, máy EC.
Chất hữu cơ (%)	Phân tích theo phương pháp Walkley – Black.
Đạm tổng số (%)	Xác định bằng phương pháp vô cơ hóa với H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> đậm đặc – CuSO <sub>4</sub> – K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> – Se, chưng cất Kjeldahl.
Lân tổng số (%)	Xác định bằng phương pháp vô cơ hóa với H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> đậm đặc HClO <sub>4</sub> , hiện màu của phosphomolybdate, so màu trên máy quang phổ.
Kali tổng số (%)	Xác định bằng phương pháp vô cơ hóa với H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> đậm đặc – HClO <sub>4</sub> , đo trên máy hấp thụ nguyên tử

## **Thí nghiệm 2: nghiên cứu ngoài thực địa trong vụ Hè Thu**

### **➤ Bố trí thí nghiệm**

Thí nghiệm được thực hiện vào vụ Hè Thu, bố trí trên ruộng lúa canh tác của nông dân theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên tại xã Thạnh Mỹ, huyện Vĩnh Thạnh – Cần Thơ. Khoảng cách từ ruộng lúa đến ao nuôi cá tra là 50 m. Thí nghiệm gồm có 4 nghiệm thức và mỗi nghiệm thức thực hiện 3 lần lặp lại như sau:

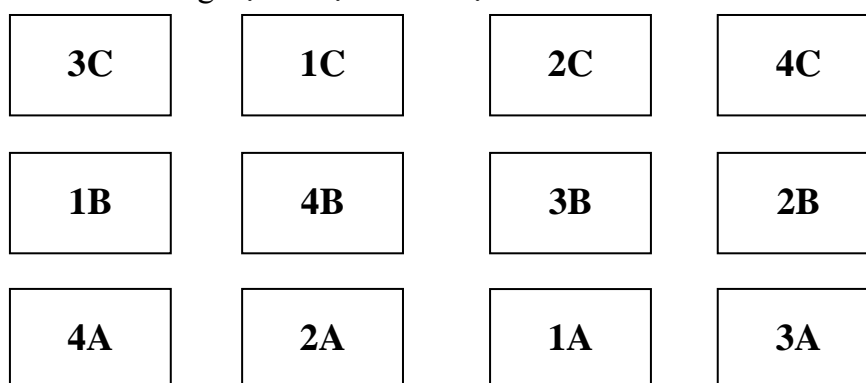
- Nghiệm thức 1 (NT1): Dùng nước sông để tưới lúa và bón phân NPK (90N – 50P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30K<sub>2</sub>O);

- Nghiệm thức 2 (NT2): Dùng nước thải ao cá tra để tưới lúa và bón phân NPK (90N – 50P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30K<sub>2</sub>O);

- Nghiệm thức 3 (NT3): Dùng nước thải ao cá tra để tưới lúa và bón 2/3 phân NPK (60N – 30P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20K<sub>2</sub>O);

- Nghiệm thức 4 (NT4): Dùng nước thải ao cá tra để tưới lúa và chỉ bón phân Kali (30K<sub>2</sub>O).

Sơ đồ bố trí thí nghiệm được minh họa như sau:



Hình 3.3 Sơ đồ minh họa cách bố trí thí nghiệm

*Ghi chú: 1,2,3,4: Nghiệm thức; A, B, C: lần lặp lại*

Mỗi nghiệm thức được bố trí vào một ô thí nghiệm tương ứng trên đồng ruộng có diện tích 25 m<sup>2</sup>. Bờ xung quanh các ô thí nghiệm được phủ bằng nilong để tránh sự thất thoát nước từ trong ô thí nghiệm ra bên ngoài.



Hình 3.4 Các nghiệm thức được bố trí trên ruộng trong vụ lúa Hè Thu

Giống lúa sử dụng là giống lúa địa phương trồng (OM 6976) với thời gian sinh trưởng là 95 ngày. Lúa được sạ trên các ô thí nghiệm được 3 - 4 lá (10 ngày) thì bắt đầu cho nước vào theo điều kiện từng nghiệm thức. Nước tưới vào ruộng sau 4 ngày xả nước ra nhưng vẫn giữ cho đất trên ruộng luôn ẩm và sau khoảng 7 ngày lại tiếp tục cho nước vào. Tiếp tục làm như vậy đến khi lúa được 80 – 85 ngày.

Nghiệm thức tưới bằng nước sông cũng như nước thải ao cá tra theo chế độ giống nhau. Sau mỗi lần thu mẫu ở 14, 25, 45 ngày sau sạ thì các nghiệm thức được bón phân hóa học tương ứng với quy trình canh tác của nông dân tại nơi nghiên cứu.

Lần 1 và lần 2: ở 14 ngày và 25 ngày sau sạ, ở mỗi lần người dân tại nơi nghiên cứu sử dụng 50 kg DAP và 60 kg urê cho 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>), tương ứng với 25 m<sup>2</sup> của các nghiệm thức thì bón 12,5 g DAP và 30 g urê cho mỗi lần bón phân.

Lần 3: ở 45 ngày sau sạ, người dân sử dụng 40 kg urê và 50 kg Kali cho 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>), tương ứng 10 g urê và 12,5g Kali.

Đối với nghiệm thức 3 thì bón bằng 2/3 lượng phân so với nghiệm thức 1 và nghiệm thức 2. Đối với nghiệm thức 4 thì chỉ bón phân Kali.

Số mẫu nước trước tưới đã thu:

3 lần lặp lại x 5 lần thu mẫu x 2 (nước ao và nước sông) = 30 mẫu

Số mẫu nước trên ruộng đã thu:

4 nghiệm thức x 3 lần lặp lại x 5 lần thu mẫu = 60 mẫu

Các chỉ tiêu theo dõi: pH, DO (mg/L), độ đục (NTU), EC ( $\mu\text{S/cm}$ ), COD (mg/L), TKN (mg/L),  $\text{NH}_4^+$  (mg/L),  $\text{NO}_3^-$  (mg/L), TP (mg/L).

### ➤ Thu thập số liệu

Thu mẫu nước vào buổi sáng từ 08 giờ đến 10 giờ trước khi cho nước vào và trước khi tháo nước ra khỏi các ô thí nghiệm. Mẫu nước được thu trong chai nhựa 1 lít, trữ lạnh và vận chuyển về phòng thí nghiệm Độc học, khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, trường Đại học Cần Thơ phân tích.

Thu hoạch lúa trên khung 1 m x 1 m rồi đếm số bông để tính số bông/m<sup>2</sup>. Thu hoạch trên khung 0,25 m<sup>2</sup> tách hạt chắc, lép tính tỷ lệ chắc/bông. Từ số hạt chắc/bông đếm 1.000 hạt và cân trọng lượng (độ ẩm 14%). Thu hoạch năng suất (lý thuyết): Thu trên ô 1 m<sup>2</sup> và phơi khô theo kinh nghiệm bảo quản lúa sau thu hoạch của nông dân. Sau đó đem cân để tính năng suất lý thuyết (NSLT).

$\text{NSLT (tấn/ha)} = \text{số bông/m}^2 \times \text{trọng lượng 1.000 hạt (g)} \times \text{số hạt chắc/bông} \times 10^{-5}$ .

Năng suất thực tế (NSTT) của lúa được tính từ lượng lúa thu hoạch từ 5 m<sup>2</sup>, đập, phơi, giê, cân và quy về ẩm độ 14% ( $W_{14\%}$  kg).

$$\text{NSTT} = \frac{W_{14\%}}{1000} \times \frac{10000 (m^2)}{5 (m^2)} = W_{14\%} \times 2 \text{ (tấn/ha)}$$

Mẫu nước: pH, DO (mg/L), độ đục (NTU), EC ( $\mu\text{S/cm}$ ), COD (mg/L), TKN (mg/L),  $\text{N-NO}_3^-$  (mg/L),  $\text{N-NH}_4^+$  (mg/L) và TP (mg/L).

Tính số bông/m<sup>2</sup>, tỷ lệ chắc/bông và tính năng suất lý thuyết.

Tính chi phí và lợi nhuận

- Thành tiền (triệu đồng/ha) = năng suất (tấn/ha) \* giá lúa (nghìn đồng/kg)
- Chi phí = Tiền làm đất + tiền lúa giống + tiền phân bón + tiền thuốc bảo vệ thực vật + tiền công xịt thuốc + tiền bơm nước + tiền thu hoạch
- Lợi nhuận = thành tiền – chi phí

### ➤ Phương pháp phân tích

Bảng 3.3 Các phương pháp phân tích mẫu nước

Chỉ tiêu	Cách phân tích
pH	Đo tại nơi thu mẫu bằng máy Eutech, Singapore
DO (mg/L)	Đo tại nơi thu mẫu bằng máy Toledo MO128
Độ đục (NTU)	Đo tại nơi thu mẫu bằng máy đo độ đục khuỷech tán
COD (mg/L)	Xác định theo phương pháp $K_2Cr_2O_7$ (hồi lưu kín – chuẩn độ)
TKN (mg/L)	Xác định bằng phương pháp tổng đạm Kjeldahl
TP (mg/L)	Xác định bằng phương pháp acid Ascorbic
N- $NO_3$ (mg/L)	Xác định bằng phương pháp so màu Salicylate
N- $NH_4$ (mg/L)	Xác định bằng phương pháp Indo-Phenonl blue
P- $PO_4^{3-}$ (mg/L)	Xác định bằng phương pháp $SnCl_2$

### Thí nghiệm 3: nghiên cứu ngoài thực địa trong vụ Đông Xuân

#### ➤ Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được bố trí theo thể thức khối hoàn toàn ngẫu nhiên trên ruộng lúa canh tác của nông dân, trong vụ lúa Đông Xuân tại xã Vĩnh Bình, huyện Vĩnh Thạnh – Cần Thơ. Sử dụng nước thải ao nuôi thâm canh cá tra để tưới ruộng lúa tương ứng với ao cá ở tuổi tháng thứ 4, 5, 6. Khoảng cách từ ruộng lúa đến ao nuôi cá tra là 30 m. Thí nghiệm gồm có 4 nghiệm thức và mỗi nghiệm thức thực hiện 3 lần lặp lại như sau:

- Nghiệm thức 1: Sử dụng nước thải ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lên đất ruộng (không trồng lúa).

- Nghiệm thức 2: Sử dụng nước thải ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lên ruộng lúa (có trồng lúa và không sử dụng phân bón)

- Nghiệm thức 3: Sử dụng nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lên ruộng lúa và bón phân NPK (60N – 40P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 40K<sub>2</sub>O).

- Nghiệm thức 4: Sử dụng nước thải từ ao nuôi cá tra thâm canh để tưới lên ruộng lúa và bón phân NPK (90N – 60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 60K<sub>2</sub>O).

Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần, mỗi lặp lại là một ô thí nghiệm trên đồng ruộng diện tích 25 m<sup>2</sup>. Bờ xung quanh các ô thí nghiệm được phủ bằng nilông để tránh rò rỉ nước giữa các ô và thất thoát nước từ ô thí nghiệm ra bên ngoài. Nước thải tưới vào các ô thí nghiệm được dẫn trực tiếp từ ao nuôi thâm canh cá tra. Độ ngập sâu của các ô thí nghiệm trong tuần lễ đầu là 0,3-0,5 cm, giai đoạn lúa từ 20-45 ngày mực nước là 1-3 cm và giai đoạn 60-70 ngày giữ mực nước là 3-4 cm.





Hình 3.5 Các nghiệm thức được bố trí trên ruộng trong vụ Đông Xuân

Các nghiệm thức được bón phân hóa học tương ứng với quy trình canh tác của nông dân tại nơi nghiên cứu. Bón phân 3 đợt tương ứng vào các ngày 14, 25, 45 ngày sau sạ. Đợt 1 và đợt 2 bón 100 kg DAP và 110 kg urê cho 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>), tương đương 25 m<sup>2</sup> là 0,25 kg DAP và 0,275 kg urê. Đợt 3 bón 30 kg DAP và 100 kg KCl cho 1 ha (10.000 m<sup>2</sup>), tương đương 25 m<sup>2</sup> là 0,075 kg DAP và 0,25 kg KCl. Đối với nghiệm thức 2 thì bón 2/3 Urê, 1/2 phân DAP và phân Kali so với nghiệm thức 1. Đối với nghiệm thức 3 thì không bón phân. Nghiệm thức 4 chỉ tưới nước thải ao nuôi cá tra thâm canh lên đất ruộng.

Giống lúa sử dụng để bố trí thí nghiệm là giống Jasmine 85 có giai đoạn sinh trưởng 105 ngày. Mật độ sạ lan 20kg/1.000m<sup>2</sup>. Khi lúa được 3 - 4 lá (10 ngày) thì bắt đầu cho nước thải từ ao cá tra vào theo điều kiện từng nghiệm thức. Nước thải tưới vào ruộng được thực hiện 9 lần/vụ, sau 4 ngày xả nước ra nhưng vẫn giữ cho đất trên ruộng luôn ẩm và sau khoảng 7 ngày lại tiếp tục cho nước vào, lặp lại đến khi lúa được 90 – 95 ngày.

#### ➤ Thu thập số liệu

Thu mẫu nước vào buổi sáng từ 08 giờ đến 10 giờ trước khi cho nước vào và trước khi tháo nước ra khỏi các ô thí nghiệm. Mẫu nước được thu trong chai nhựa 1 lít, trữ lạnh và vận chuyển về phòng thí nghiệm Độc học, khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, trường Đại học Cần Thơ phân tích.

Thu mẫu thân cây lúa cùng lúc với thu mẫu nước, dùng kéo cắt lấy sát gốc cây lúa, lấy 3 điểm trên mỗi ô thí nghiệm theo đường chéo, trộn lại sau đó lấy ra 1 mẫu. Mẫu cây lúa được chứa vào túi nilong và buộc kín sau đó vận chuyển về phòng thí nghiệm Độc học, khoa Môi trường và Tài nguyên thiên nhiên, trường Đại học Cần Thơ xử lý phân tích.

Thu mẫu hạt lúa vào giai đoạn thu hoạch, lấy 3 điểm trên mỗi ô thí nghiệm theo đường chéo sau đó trộn đều lấy ra một mẫu cho một lần lặp lại. Mẫu hạt lúa được chứa trong túi giấy và buộc kín sau đó vận chuyển về phòng thí nghiệm của khoa Nông nghiệp, trường Đại học Cần Thơ xử lý và phân tích.

Thu mẫu nước và mẫu lúa ở giai đoạn cây lúa 25 ngày, 65 ngày và 95 ngày. Mẫu hạt lúa được thu vào buổi chiều lúc 13 giờ đến 15 giờ vào giai đoạn lúa chín 105 ngày.

Mẫu nước:  $\text{NH}_4^+$  (mg/L),  $\text{NO}_3^-$  (mg/L), TKN (mg/L) và TP (mg/L)

Mẫu lúa: đạm tổng số (%), lân tổng số ( $\text{\%P}_2\text{O}_5$ ) và Kali ( $\text{\%K}_2\text{O}$ )

### ➤ Phương pháp phân tích

Bảng 3.4 Các phương pháp phân tích mẫu nước

Chỉ tiêu	Cách phân tích
TKN (mg/L)	Xác định bằng phương pháp tổng đạm Kjeldahl
TP (mg/L)	Xác định bằng phương pháp acid Ascorbic
N- $\text{NO}_3$ (mg/L)	Xác định bằng phương pháp so màu Salicylate
N- $\text{NH}_4$ (mg/L)	Xác định bằng phương pháp Indo-Phenol blue

Bảng 3.5 Các phương pháp phân tích mẫu cây lúa

Chỉ tiêu	Cách phân tích
Đạm tổng số (%)	Xác định bằng phương pháp vô cơ hóa với $\text{H}_2\text{SO}_4$ đậm đặc – Salicylic, $\text{H}_2\text{O}_2$ và sau đó chung cất theo Kjeldahl.
Lân tổng số (%)	Xác định bằng phương pháp vô cơ hóa với $\text{H}_2\text{SO}_4$ đậm đặc – Salicylic, $\text{H}_2\text{O}_2$ và sau đó đo theo phương pháp so màu.
Kali tổng số (%)	Xác định bằng phương pháp vô cơ hóa với $\text{H}_2\text{SO}_4$ đậm đặc – Salicylic, $\text{H}_2\text{O}_2$ và đo trên máy hấp thu nguyên tử.

#### 3.4.4 Xây dựng mô hình sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới trên ruộng lúa

##### 3.4.4.1 Bố trí thí nghiệm

Xây dựng mô hình sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới trên ruộng lúa được thực hiện vào vụ lúa Hè Thu, bố trí thí nghiệm trên ruộng lúa canh tác của nông dân tại khu vực nghiên cứu gồm 05 ruộng có nhận nước thải từ ao cá và 05 ruộng khác không sử dụng nước thải ao cá tại 5 điểm: xã Thạnh Mỹ, xã Vĩnh Bình, huyện Vĩnh Thạnh – Cần Thơ; huyện Hồng Ngự - Đồng Tháp; huyện Châu Thành – An Giang và Long Hồ - Vĩnh Long.

Nghiệm thức 1: Dùng nước sông để tưới lúa và bón phân NPK (90N – 50  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 30  $\text{K}_2\text{O}$ )



Nghiệm thức 2: Dùng nước ao nuôi cá tra để tưới lúa và bón phân NPK (60N - 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 20 K<sub>2</sub>O)

Diện tích trung bình ruộng lúa, ao cá tra thí nghiệm, trung bình mật độ thả nuôi, mật độ gieo sạ và giống lúa sử dụng được trình bày trong Bảng 3.6

Bảng 3.6 Thông tin chung ruộng lúa và ao cá tra thí nghiệm

Stt	Địa điểm	Trung bình diện tích ruộng lúa (m <sup>2</sup> )	Trung bình diện tích ao cá (m <sup>2</sup> )	Trung bình mật độ cá tra (con/m <sup>2</sup> )	Mật độ gieo sạ (kg/ha)	Giống lúa sử dụng
1	Vĩnh Bình - Vĩnh Thạnh - Cần Thơ	2.600	1.750	80 - 85	200	Jasmine 85
2	Thạnh Mỹ - Vĩnh Thạnh - Cần Thơ	2.500	1.500	50 - 60	200	OM 6976
3	Hồng Ngự - Đờng Tháp	2.000	2.600	60 - 70	200	OM 6976
4	Châu Thành - An Giang	2.300	3.500	55 - 60	200	OM 6976
5	Long Hồ - Vĩnh Long	3.000	2.300	45 - 50	200	Jasmine 85

Ao cá được chọn thí nghiệm có tuổi cá từ 3 tháng trở lên. Khoảng cách từ ao cá đến ruộng lúa dao động trong khoảng 3 - 5 m. Việc bơm nước ao cá tra tưới cho lúa bằng máy bơm. Số lần bơm nước ao cá tra vào ruộng lúa trong vụ từ 5 - 7 lần.

Thu thập mẫu đất được thực hiện trước khi sạ lúa và sau khi thu hoạch lúa của mỗi vụ. Mẫu đất được chứa vào túi nilong và buộc kín, sau đó vận chuyển về phòng thí nghiệm Độc học Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, trường Đại học Cần Thơ xử lý và phân tích.

Lúa được thu hoạch ở các nghiệm thức để đánh giá năng suất thực tế. Lúa được phòng trừ sâu bệnh bằng cách sử dụng các loại thuốc có hiệu quả theo yêu cầu.

#### 3.4.4.2 Thu thập số liệu

Mẫu đất: Chất hữu cơ (%CHC), đạm tổng số (%N), lân tổng số (%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Kali tổng số (%K<sub>2</sub>O).

Tính năng suất thực tế trên đồng ruộng.

### 3.5 Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý và vẽ đồ thị bằng phần mềm Microsoft Excel 2013. Sử dụng phần mềm thống kê IBM SPSS 20.0 để phân tích và thống kê số liệu.

Phép thử độ khác biệt nhỏ nhất có ý nghĩa (Duncan  $p < 0,05$ ) được dùng để đánh giá sự khác biệt của giá trị trung bình giữa các nghiệm thức, phân tích các mối tương quan trong các thí nghiệm. Dùng phép thử Tukey ở mức ý nghĩa thống kê 95% để đánh giá sự khác biệt tải lượng ô nhiễm giữa các tháng nuôi trong vụ nuôi.

## CHƯƠNG 4

### KẾT QUẢ THẢO LUẬN

#### 4.1 Hiện trạng nuôi cá tra ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) và thành phần, tích chất nước thải ao nuôi cá tra ở khu vực nghiên cứu

##### 4.1.1 Thành phần, tính chất nước thải ao nuôi cá tra ở một số vùng trọng điểm ĐBSCL

Kết quả khảo sát thành phần tính chất nước thải ao nuôi cá tra tại một số vùng trọng điểm như huyện Hồng Ngự, tỉnh Đồng Tháp; huyện Châu Thành, tỉnh An Giang; huyện Long Hồ, tỉnh Vĩnh Long và huyện Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ được trình bày trong Bảng 4.1. So với QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B1) thì hàm lượng COD cao hơn quy chuẩn 2 – 3 lần.

Bảng 4.1 Thành phần tính chất nước thải trung bình của các ao nuôi cá tra ở một số vùng trọng điểm ở ĐBSCL

Địa điểm	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
Hồng Ngự - Đồng Tháp	7,20 <sup>a</sup> ±0,04	3,86±0,19	59,03±7,85	11,85 <sup>a</sup> ±0,47	3,40 <sup>a</sup> ±0,18
Châu Thành - An Giang	6,78 <sup>bc</sup> ±0,21	4,68±9,52	76,33±12,27	7,22 <sup>c</sup> ±0,17	1,88 <sup>c</sup> ±0,11
Long Hồ - Vĩnh Long	7,04 <sup>ab</sup> ±0,08	4,01±0,69	66,73±13,20	9,84 <sup>b</sup> ±0,51	2,89 <sup>b</sup> ±0,21
Vĩnh Thạnh - Cần Thơ	6,97 <sup>c</sup> ±0,19	4,12±0,44	80,66±1,40	11,23 <sup>b</sup> ±0,08	1,76 <sup>b</sup> ±0,35
QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B1)	5,5 – 9	≥ 4	30	-	-

*Ghi chú: TB±độ lệch; số liệu được thu thập vào giai đoạn cuối vụ nuôi (cá tra được 5-6 tháng tuổi); Trong cùng một cột nếu có các mẫu tự khác nhau (a-b-c) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).*

Sự biến động của pH bị ảnh hưởng bởi quá trình hô hấp của thủy sinh vật trong ao nuôi (Nguyễn Thanh Phương và *ctv.*, 2009). Bên cạnh đó, biến động pH cũng phụ thuộc rất lớn vào mức độ dinh dưỡng của ao nuôi (Boyd *et al.*, 1979). Kết quả bảng trên cho thấy, giá trị pH trong các ao nuôi dao động không lớn từ 6,78±0,21 – 7,20±0,04. Nghiên cứu của Phan Thi Anh *et al.* (2010) cho rằng, giá trị pH của ao cá tra ở ĐBSCL dao động từ 6,7 – 9,2. Như vậy, giá trị pH của ao nuôi tại vùng nghiên cứu nằm trong khoảng dao động chung của khu vực. Trong nuôi thủy sản, oxy hòa tan ảnh hưởng đến sự phát triển, khả năng sống sót, sự phân bố, tập tính và sinh lý của các sinh vật trong môi trường nước (Solis, 1988 được trích bởi Bhatnagar and Devi, 2013). Hàm lượng DO trong nước thải ao nuôi cá tra dao động trong khoảng 3,86

mg/L $\pm$ 0,19 – 4,68 mg/L $\pm$ 9,52. Kết quả phân tích hàm lượng COD, TKN và TP dao động lần lượt là 59,03 mg/L $\pm$ 7,85 – 80,66 mg/L $\pm$ 1,40; 7,22 mg/L $\pm$ 0,17 – 11,85 mg/L $\pm$ 0,47 và 1,76 mg/L $\pm$ 0,35 – 3,40 mg/L $\pm$ 0,18, tương ứng. Hàm lượng COD nằm trong khoảng dao động của nghiên cứu Phan Thị Anh *et al.* (2010) là 23 – 196 mg/L. Tuy nhiên, hàm lượng TKN cao hơn gấp 2 lần so với nghiên cứu của Phan Thị Anh *et al.* (2010) là 3,2 – 6,0 mg/L. Hàm lượng TP của nghiên cứu cao hơn kết quả của Cao Văn Thích (2008) hàm lượng TP trung bình ở Cần Thơ dao động từ 1,18-1,38 mg/L; nghiên cứu của Bosma *et al.*, (2009) hàm lượng TP trong nước thải ao nuôi ở ĐBSCL trung bình là 1,7 mg/L thì kết quả của đề tài cao hơn nhiều so với giá trị trung bình.

#### **4.1.2 Hiện trạng và thành phần và tính chất nước ao nuôi cá tra thâm canh tại khu vực nghiên cứu**

##### **4.1.2.1 Hiện trạng nuôi cá tra ở vùng nghiên cứu**

Nghiên cứu đã được thực hiện thông qua phỏng vấn 50 hộ nuôi cá tra ở huyện Vĩnh Thạnh, thành phố Cần Thơ về tình hình nuôi cá tra của huyện. Kết quả phỏng vấn được trình bày trong Bảng 4.2. Kết quả khảo sát cho thấy, đa số các hộ nuôi có diện tích nhỏ và vừa, diện tích bình quân của các hộ là 0,778 ha. Số lượng các hộ nuôi có diện tích lớn hơn 1 ha chỉ chiếm 10% các hộ được phỏng vấn. Kết quả nghiên cứu phù hợp với nghiên cứu của Lâm Trường Ân *và ctv.* (2010), diện tích mặt nuôi cá tra ở vùng ĐBSCL là 0,32 ha/ao; Trương Hoàng Minh *và ctv.* (2012) là 0,52 ha/ao; kết quả nghiên cứu của Nguyễn Văn Thuận (2015) cho rằng các hộ sản xuất cá tra trên toàn vùng ĐBSCL chủ yếu là sản xuất nhỏ lẻ, manh mún với quy mô diện tích nhỏ (1,14 ha/hộ). Diện tích nuôi của các hộ đã giảm, nguyên nhân là do giá cả bấp bênh, người nuôi không có lời nên người dân chủ động bỏ ao trồng hoặc chuyển đổi tưng nuôi (cá điêu hồng, cá lóc,...).

Thời gian nuôi của các hộ từ 6 – 8 tháng chiếm 60% các hộ được phỏng vấn. Mật độ thả nuôi trung bình là 42 con/m<sup>2</sup>, trong đó mật độ thấp nhất là 30 con/m<sup>2</sup> và cao nhất là 81 con/m<sup>2</sup>, kích cỡ trung bình là 30 con/kg. Có đến 90% các hộ được phỏng vấn có mật độ nuôi  $\leq$  50 con/m<sup>2</sup>. Hiện tại mật độ nuôi cá tra đã giảm so với lúc trước, nguyên nhân là do giá cá tra không ổn định, người nuôi không có lời. Tuy nhiên, việc thả nuôi với mật độ dày nhằm giúp nâng cao năng suất, tiết kiệm diện tích nhưng sẽ làm cho cá bị stress, dịch bệnh dễ phát sinh do đó phải sử dụng nhiều hóa chất và gây ô nhiễm môi trường.

Bảng 4.2 Kết quả phỏng vấn của 50 hộ tại huyện Vĩnh Thạnh

<b>Diện tích (ha)</b>	<b>Số hộ</b>	<b>Phần trăm (%)</b>
0,1 - 0,5	15	30
0,5 - 1,0	30	60
> 1,0	5	10
<b>Thời gian nuôi</b>		
6 tháng - 8 tháng	30	60
8 tháng - 12 tháng	20	40
<b>Mật độ (con/m<sup>2</sup>)</b>		
≤ 50	45	90
> 50	5	10
Kích thước trung bình thả nuôi là 30 con/kg		
Độ sâu dao động từ 3,4 – 4,0 m		
Tần suất thay nước: tháng 1 và tháng 2 số lần thay nước là 3 - 5 ngày/lần (tỷ lệ thay khoảng 20 - 40%); từ tháng 3 trở đi số lần thay nước là mỗi ngày (tỷ lệ thay nước từ 50 - 70%)		
<b>Xử lý nước thải</b>		
Không	45	90
Tưới lúa	5	10
Xử lý bùn: 100% bơm bùn ra ao trồng, để lấp hầm hoặc trồng rau nhút hoặc trồng cỏ		
Bơm bùn từ 5 - 10 lần/vụ		
Thức ăn sử dụng: 100% thức ăn công nghiệp		
<b>Tần suất cho ăn</b>		
2 lần/ngày	40	80
1 lần/ngày	10	20
Nước sử dụng bơm vào ao cá tra: 100% sử dụng nước kênh và không xử lý nước trước khi bơm vào ao		
Xử lý ao trước khi bắt đầu vụ mới: 100% các hộ sử dụng vôi + muối		
Năng suất trung bình 322,5 tấn/ha/vụ, dao động trung bình 230 - 410 tấn/ha		
100% các hộ không xử lý nước thải trước khi thải ra môi trường bên ngoài		

Các ao nuôi có độ sâu dao động từ 3,5 – 4 m. Kết quả nghiên cứu phù hợp với báo cáo của Sena *et al.*, cho rằng độ sâu của ao nuôi từ 3,5 – 4,5 m. Về cách quản lý nước ao nuôi, 100% các hộ được phỏng vấn sử dụng nước kênh để bơm vào ao cá mà không xử lý, tần suất thay nước của các hộ được phỏng vấn như sau: tháng 1 và tháng 2 số lần thay nước là 3 - 5 ngày/lần (tỷ lệ thay khoảng 20 - 40%); từ tháng 3 trở đi số lần thay nước là mỗi ngày (tỷ lệ thay nước từ 50 - 70%). Theo ý kiến của các hộ dân, việc thay nước mỗi ngày làm tăng tỷ lệ phát triển của cá và chất lượng thịt. Bên cạnh đó, 100% các hộ được phỏng vấn không xử lý nước thải ao nuôi cá tra trước khi thải ra môi trường bên ngoài. Như vậy, nguy cơ lây lan dịch bệnh đối với những ao

cá tra là điều khó tránh khỏi. Mặt khác, với số lần thay nước như trên thì có khả năng gây ô nhiễm môi trường cho thủy vực tiếp nhận, vì nước thải ao nuôi cá tra có chứa hàm lượng đạm lân cao (Cao Văn Thích, 2008; Nguyễn Phan Nhân, 2011; Phan Thi Anh *et al.*, 2010). Khi hỏi về việc tận dụng nguồn nước thải từ ao nuôi cá tra thì chỉ có 10% các hộ được phỏng vấn có sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới lúa. Điều này cho thấy, bước đầu một số hộ cũng đã sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để cung cấp đạm lân cho cây lúa nhưng tỷ lệ này chưa cao. Theo các hộ dân, trong nước thải ao nuôi cá tra có hàm lượng đạm lân cao làm cho cây lúa phát triển mạnh nên dễ đổ ngã, dễ sâu bệnh, bên cạnh đó năng suất không cao.

100% các hộ được phỏng vấn sử dụng thức ăn công nghiệp. Với tần suất cho ăn 2 lần/ngày (chiếm 80%) và cho ăn 1 lần/ngày (chiếm 20%) các hộ được phỏng vấn. Thực tế khảo sát cho thấy, đa phần các hộ nuôi không quan tâm đến định mức kỹ thuật khi cho cá ăn, mà thông thường họ cho cá ăn đến khi no thì ngưng gây ra việc ô nhiễm môi trường ao nuôi do thức ăn thừa, bên cạnh đó cũng sẽ đẩy chi phí giá thành lên cao. Theo nghiên cứu của Phan Thi Anh *et al.* (2010), giảm thức ăn là lựa chọn để giảm ô nhiễm, thức ăn dư thừa là yếu tố quan trọng trong bùn thải. Thức ăn công nghiệp chất lượng cao hiệu quả hơn thức ăn tự chế do đó, nó sẽ giúp cải thiện chất lượng nước và giảm áp lực lên nguồn thải.

Tần suất bơm bùn thường từ 5 – 7 lần/vụ. 100% các hộ đều bơm bùn ra ao trồng, để lấp hầm hoặc trồng rau nhút hoặc trồng cỏ. Việc bơm bùn trong vụ nuôi giúp cải thiện chất lượng nước trong ao nuôi. Kết quả nghiên cứu của Phan Thi Anh *et al.* (2010) cho thấy, một số nông dân ở tỉnh An Giang và Cần Thơ có sử dụng bùn khô để san lấp những vùng đất thấp, một số hộ bơm bùn vào vườn trái cây như xoài, nhãn và những trái cây khác. Năng suất trung bình của các hộ được phỏng vấn là 322,5 tấn/ha/vụ, dao động trung bình 230 - 410 tấn/ha. Kết quả phỏng vấn cũng phù hợp với nghiên cứu của Phan *et al.* (2009), cho rằng năng suất nuôi cá tra dao động từ 70,0 – 850 tấn/ha/vụ (trung bình 406 tấn/ha/vụ $\pm$ 16), báo cáo của Viện Kinh tế và Quy hoạch thủy sản miền Nam được trích bởi Sena *et al.*, 2011 cho rằng năng suất ao nuôi cá tra từ 200 – 400 tấn/ha/vụ.

#### 4.1.2.2 Thành phần tính chất nước thải ao nuôi cá tra ở khu vực khảo sát

Trong nuôi cá tra thâm canh, nước thải là nguồn ô nhiễm nước lớn nhất, chiếm 60-90% nguồn dinh dưỡng thải ra từ ao cá. Hàm lượng dinh dưỡng đạm, lân và chất hữu cơ có trong nước thải ao nuôi rất cao là nguyên nhân gây ô nhiễm cho môi trường tiếp nhận (Cao Văn Thích, 2008; Nguyễn Phan Nhân,

2010; Phan Thi Anh *et al.*, 2010). Kết quả theo dõi thành phần hóa học của nước thải ao nuôi cá tra thâm canh tại khu vực khảo sát được trình bày trong Bảng 4.3

Bảng 4.3 Diễn biến thành phần hóa học của nước thải ao nuôi cá tra thâm canh tại huyện Vĩnh Thạnh theo thời gian

Thời gian nuôi cá (ngày)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
50	7,36 <sup>b</sup> ±0,07	3,72 <sup>de</sup> ±0,21	45,33 <sup>c</sup> ±4,62	8,59 <sup>c</sup> ±0,32	0,84 <sup>e</sup> ±0,03
60	7,38 <sup>b</sup> ±0,17	3,77 <sup>cde</sup> ±0,12	53,33 <sup>d</sup> ±0,00	8,96 <sup>d</sup> ±0,00	0,92 <sup>e</sup> ±0,03
70	7,75 <sup>a</sup> ±0,06	4,22 <sup>cd</sup> ±0,13	65,18 <sup>c</sup> ±5,13	9,33 <sup>d</sup> ±0,32	0,94 <sup>e</sup> ±0,01
100	7,16 <sup>cb</sup> ±0,19	4,28 <sup>c</sup> ±0,37	78,58 <sup>ab</sup> ±4,99	9,08 <sup>d</sup> ±0,29	0,94 <sup>e</sup> ±0,03
110	7,06 <sup>cd</sup> ±0,08	4,05 <sup>cd</sup> ±0,09	74,43 <sup>b</sup> ±3=,46	9,82 <sup>c</sup> ±0,25	1,28 <sup>de</sup> ±0,11
120	6,67 <sup>e</sup> ±0,29	4,12 <sup>cd</sup> ±0,49	82,56 <sup>a</sup> ±0,67	9,11 <sup>d</sup> ±0,11	0,90 <sup>e</sup> ±0,02
150	6,66 <sup>e</sup> ±0,02	3,30 <sup>e</sup> ±0,07	78,24 <sup>ab</sup> ±1,26	11,48 <sup>a</sup> ±0,16	1,87 <sup>c</sup> ±0,08
160	6,82 <sup>de</sup> ±0,12	3,95 <sup>cd</sup> ±0,18	80,68 <sup>a</sup> ±2,42	10,84 <sup>b</sup> ±0,15	1,62 <sup>bc</sup> ±0,60
170	6,97 <sup>cd</sup> ±0,19	4,12 <sup>cd</sup> ±0,44	80,66 <sup>a</sup> ±1,40	11,23 <sup>a</sup> ±0,08	1,76 <sup>c</sup> ±0,35
QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B1)	5,5 – 9	≥ 4	30	-	-

Ghi chú: Trong cùng một cột nếu có các mẫu tự khác nhau (a-b-c-d-e) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Kết quả nghiên cứu cho thấy, giá trị pH trung bình của 03 ao có xu hướng giảm vào cuối vụ, dao động từ 6,66±0,02 – 7,75±0,06. So với QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B1) thì giá trị pH nằm trong khoảng cho phép. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Phạm Quốc Nguyên và *ctv.* (2013) với trung bình pH của ao cá tra là 6,67 ở tầng mặt; 6,78 ở tầng giữa; 6,83 ở tầng đáy và cũng có khuynh hướng giảm dần về cuối vụ. Nghiên cứu của Nguyễn Hữu Lộc (2009) cũng cho thấy pH ở đầu vụ dao động từ 7,08 -7,23 và giảm dần vào cuối vụ từ 6,57-6,95. Điều này có thể do quá trình phân hủy các chất hữu cơ giải phóng H<sup>+</sup> làm pH giảm. Theo Cao Văn Thích (2008), pH biến động tùy vào sự phát triển của tảo được kích thích bởi hàm lượng các chất dinh dưỡng trong nước từ quá trình cho ăn và quá trình thay nước (điều kiện chăm sóc). Bên cạnh đó, lượng thức ăn được sử dụng gia tăng theo tuổi cá cũng là nguyên nhân làm giảm pH của nước trong ao. Do đó, khi nuôi ở mật độ cao, oxy hòa tan trong ao nuôi thường thiếu cục bộ do sự gia tăng của hàm lượng CO<sub>2</sub> trong nước là yếu tố pH giảm. Vì thế, giá trị pH có xu hướng giảm về cuối vụ. Tuy nhiên theo nghiên cứu của Dương Thúy Yên (2003) thì cá tra có thể sống trong môi trường có pH = 4 vì thế, giá trị pH trong thí nghiệm vẫn nằm trong khoảng phù hợp cho sự phát triển của cá tra.

Giá trị DO trong nước thải ao cá tra có sự khác biệt vào các thời điểm thu mẫu, dao động từ 3,30 mg/L±0,07 – 4,28 mg/L±0,37. So với QCVN 08-

MT:2015/BTNMT (cột B1) thì giá trị DO ở một số giai đoạn thấp hơn so với quy chuẩn. Giá trị DO tương đối thấp và ổn định do trong ao với mật độ cá nhất định và quá trình hô hấp của cá làm hàm lượng oxy hòa tan thấp (Lê Văn Cát và *ctv.*, 2006). Theo Lefevre *et al.* (2011), quá trình phân hủy các chất hữu cơ có trong nước của vi sinh vật và hoạt động hô hấp ngày càng tăng khi cá lớn sẽ làm cạn kiệt hàm lượng oxy hòa tan trong ao. Tiêu hao oxy trung bình của cá tra khoảng 150 mgOxy/kg/giờ. Nghiên cứu của Smith (1982) đã chỉ ra rằng, hàm lượng DO cần thiết cho quá trình trao đổi chất là 3,0 đến 7,0 mg/L. Chính vì thế, hàm lượng oxy hòa tan trong nước của ao nuôi vẫn nằm trong giới hạn cho phép, cá ăn bình thường và hiệu quả chuyển hóa thức ăn cũng bình thường.

Hàm lượng nhu cầu oxy hóa học (COD) được dùng để đặc trưng cho hàm lượng chất hữu cơ của nước thải và sự ô nhiễm của nước tự nhiên. Vật chất hữu cơ trong thủy vực là nguồn thức ăn của một số loài thủy sinh, phần còn lại lắng đọng tạo thành lớp bùn đáy. Kết quả nghiên cứu cho thấy COD trung bình của nước thải ao nuôi cá tra là  $45,33 \text{ mg/L} \pm 4,62 - 82,56 \text{ mg/L} \pm 0,67$ . Bên cạnh đó, giá trị COD có khuynh hướng cao trong nước thải ao nuôi cá và gia tăng theo thời gian. Sự gia tăng của COD có thể là do lúc đầu nhu cầu về dinh dưỡng của cá theo thời gian, lượng thức ăn cung cấp tăng dần, chất thải của cá tăng dần theo tuổi cá và thức ăn dư trong ao nuôi được tích lũy. Hàm lượng chất dinh dưỡng (đạm và lân) và vật chất hữu cơ sẽ tăng theo thời gian của vụ nuôi cá tra (Lê Bảo Ngọc, 2004) và kết quả là làm cho COD của môi trường gia tăng (Boyd *et al.*, 1979).. So với QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B1) thì hàm lượng COD luôn cao hơn quy chuẩn. Do đó, nước thải ao nuôi cá tra thâm canh có chứa hàm lượng chất hữu cơ cao cần phải xử lý trước khi thải ra môi trường xung quanh.

Theo Lê Văn Cát và *ctv.* (2006), nồng độ trung bình TKN trong ao phù hợp cho sự phát triển của cá với tổng đạm <10 mg/L. Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ TKN trong nước thải ao nuôi cá tra gia tăng theo thời gian nuôi, dao động từ  $8,59 \text{ mg/L} \pm 0,32 - 11,48 \text{ mg/L} \pm 0,16$  và có sự khác biệt (5%) qua các thời điểm thu mẫu (Bảng 4.3). Như vậy, hàm lượng TKN vào giai đoạn cuối vụ có xu hướng cao hơn lượng khuyến cáo. Kết quả này cao hơn nghiên cứu của Bosma *et al.*, (2009) với hàm lượng tổng đạm là 4 mg/l và của Phan Thi Anh *et al.*, (2010) với hàm lượng tổng đạm từ 3,2 – 6,0 mg/L, theo Boyd *et al.*, (1979) thì nồng độ TKN trung bình của ao nuôi cá tra là 0,3 – 20 mg/L.

Theo Boyd (1990) nước bị nhiễm bản và có khả năng bị phú dưỡng khi TKN > 3 mg/L. Tuy nhiên, trung bình nồng độ TKN nhỏ hơn 10 mg/L trong ao nuôi vẫn phù hợp cho sự phát triển của cá (Lê Văn Cát và *ctv.*, 2006). Giá



trị TKN có xu hướng gia tăng theo thời gian vụ nuôi là do sự gia tăng lượng thức ăn sử dụng để cung cấp cho ao nuôi (Nguyễn Phan Nhân, 2011; Kiracofe, 2000). Do đó, thức ăn là nguồn đầu vào N chính trong ao (Gross *et al.*, 2000). Hàm lượng TKN tăng dần theo sự tăng trưởng của cá, mặc dù trong giai đoạn này chu kỳ thay nước là mỗi ngày. Theo Cao Văn Thích (2008), hàm lượng TKN phụ thuộc vào chất thải từ thức ăn dư thừa. Theo thời gian nuôi, hàm lượng thức ăn đều tăng, cá càng lớn càng tăng lượng thức ăn sử dụng. Như vậy, càng về cuối vụ nuôi, cá càng lớn, nhu cầu dinh dưỡng càng cao, lượng thức ăn cung cấp càng nhiều, thì làm tăng nguy cơ tích lũy ô nhiễm.

Lân trong nước thải ao cá tra đến từ quá trình chuyển hóa trong chất thải và từ thức ăn (FAO, 1987). Theo Boyd (1998), một phần lân trong thức ăn không được đồng hóa bởi sinh vật nuôi sẽ đi vào trong môi trường nước và làm tăng năng suất của thực vật phù du. Nồng độ TP của nước thải ao nuôi cá tra tại khu vực nghiên cứu có xu hướng tăng theo thời gian nuôi, dao động từ  $0,84 \text{ mg/L} \pm 0,03 - 1,87 \text{ mg/L} \pm 0,08$ . Kết quả TP trong nước thải ao nuôi không cao hơn so với nghiên cứu của Lê Bảo Ngọc (2004), hàm lượng TP từ 1,57-2,2 mg/L và nằm trong khoảng dao động của nghiên cứu Phan Thi Anh *et al.*, (2010) hàm lượng TP từ 0,4-2,21 mg/L. Sự gia tăng nồng độ TP đã tạo nên sự khác biệt giữa các thời điểm thu mẫu (5%). Theo FAO (1987), lân trong ao cá đến từ quá trình chuyển hóa trong chất thải và thức ăn cho cá. Do đó, sự gia tăng hàm lượng TP do sự tích lũy thức ăn dư thừa và lượng chất thải của cá bởi sự gia tăng lượng thức ăn sử dụng để cung cấp cho ao nuôi cá tra theo thời gian nuôi (Nguyễn Phan Nhân, 2011).

### ➤ Tóm lại

Các hộ nuôi cá tra trong khu vực điều tra khảo sát chủ yếu là sản xuất nhỏ lẻ, manh mún (diện tích nhỏ hơn hoặc bằng  $1.000 \text{ m}^2$  chiếm 90% các hộ phỏng vấn). Việc xử lý nước thải là một vấn nạn vì đa số người nuôi vẫn thải ra môi trường xung quanh tại các thủy vực lân cận. Nhìn chung, năm 2008 diện tích nuôi cá tra vùng ĐBSCL phát triển mạnh nhưng sau đó giảm dần đến năm 2011. Mặc dù diện tích có xu hướng giảm nhưng từ năm 2009 sản lượng lại liên tục tăng chậm. Diện tích nuôi cá tra không ổn định qua các năm nguyên nhân là do giá cả đầu ra không ổn định, giá thức ăn cho cá tra tăng. Từ năm 2012 trở đi, diện tích nuôi cá tra bắt đầu tăng chậm trở lại. Bên cạnh đó, theo quy hoạch phát triển vùng nuôi cá tra từ năm 2015 đến 2020 thì diện tích cá tra sẽ có cơ hội tăng trong thời gian tới. Mặt khác, hàm lượng dinh dưỡng trong ao nuôi cá tra càng tăng dần về giai đoạn cuối vụ mặc dù tần suất thay nước cũng tăng. Nước thải trong ao nuôi cá tra có chứa hàm lượng đạm, lân cao hơn QCVN 08-MT:2015 (cột B1). Vì vậy, diện tích nuôi cá tra thâm canh

tăng trong thời gian tới sẽ làm tăng khả năng phát thải chất dinh dưỡng từ ao nuôi ra môi trường làm ô nhiễm nguồn nước tiếp nhận.

Nhằm định lượng thành phần các chất dinh dưỡng trong nước thải ao nuôi cá tra, nội dung đánh giá tải lượng COD, tổng đạm, tổng lân được thực hiện với mục đích lượng hóa các chất dinh dưỡng trong nước thải ao nuôi cá tra theo ngày và theo vụ nuôi.

## 4.2 Tải lượng COD, tổng đạm và tổng lân trong ao nuôi cá tra

### 4.2.1 Tải lượng COD trong ao nuôi cá tra

#### 4.2.1.1 Tải lượng COD của ao nuôi theo thời gian nuôi

Theo thông tư 02/TT/2009/BTNMT, tải lượng ô nhiễm được tính toán dựa vào lưu lượng cao nhất và nồng độ cao nhất của thủy vực. Lưu lượng và nồng độ COD trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải theo thời gian nuôi cá tra thâm canh được trình bày trong Bảng 4.4.

Bảng 4.4 Lưu lượng nước và nồng độ COD cao nhất trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải 3 ngày liên tục trong tháng theo thời gian nuôi cá tra thâm canh

	Tháng 1		Tháng 2		Tháng 3		Tháng 4		Tháng 5		Tháng 6	
	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C
<b>Nguồn cấp</b>	0,146	6,34	0,189	11,34	0,277	8,32	0,283	5,39	0,243	10,4	0,286	11,32
	0,189	7,23	0,189	11,2	0,243	8,78	0,302	7,23	0,289	10,76	0,257	10,4
	0,164	5,89	0,152	10,54	0,231	7,35	0,316	7,89	0,267	10,34	0,296	10,41
<b>Nguồn thải</b>	0,463	28,23	0,527	35,45	0,555	34,67	0,562	44,2	0,587	46,4	0,577	60,73
	0,378	30,1	0,505	33,33	0,549	40,21	0,566	46,8	0,584	46,4	0,573	74,12
	0,489	29,45	0,532	41,21	0,566	43,14	0,573	40,31	0,594	50,32	0,582	65,50

Ghi chú: Q (m<sup>3</sup>/s): lưu lượng cao nhất mỗi ngày

C (mg/L): nồng độ cao nhất mỗi ngày

Lưu lượng nước thải dao động trong khoảng 0,378 – 0,594 m<sup>3</sup>/s luôn cao hơn lưu lượng nước cấp là 0,146 – 0,316 m<sup>3</sup>/s. Kết quả phân tích COD cho thấy, nồng độ COD của kênh cấp (kênh Đường Trâu Lớn) dao động trong khoảng 5,89 – 10,76 mg/L. Nồng độ COD trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh dao động trong khoảng 28,23 – 74,12 mg/L, nồng độ COD có sự gia tăng trong suốt vụ nuôi và đạt giá trị cao nhất vào tháng thứ 6. Kết quả nghiên cứu phù hợp với nghiên cứu của Lê Bảo Ngọc (2004) cho rằng hàm lượng chất hữu cơ tăng theo thời gian của vụ nuôi, thấp ở đầu vụ và cao ở cuối vụ. Kết quả nghiên cứu nằm trong khoảng dao động với nghiên cứu của Nguyễn Phan Nhân (2011), hàm lượng COD dao động 19,42 – 81,55 mg/L, nghiên cứu của Phan Thi Anh *et al.* (2010), hàm lượng COD dao động từ 23 – 196 mg/L. So với QCVN 02-20:2014/BNNPTNT thì hàm lượng COD nằm trong quy chuẩn thải ra môi trường bên ngoài ( $\leq 150$  mg/L).

Đặc điểm quản lý nước của hộ nuôi cá tra thâm canh là thải nước trong ao nuôi và lấy nước vào ao từ nguồn nước kênh Đường Trâu Lớn nên tải lượng COD của ao nuôi chính là hiệu số giữa tải lượng COD nguồn thải và tải lượng COD nguồn cấp. Tải lượng COD ở mỗi tháng sẽ là tải lượng COD mỗi ngày trong tháng nhân với số ngày thay nước trong tháng nuôi. Do vậy, tải lượng COD nguồn cấp, nguồn thải và của ao nuôi cá tra được trình bày trong Bảng 4.5

Bảng 4.5 Tải lượng COD ao nuôi theo thời gian nuôi và trong vụ nuôi

Tháng	1	2	3	4	5	6	Vụ nuôi (tấn/ha)
<b>Tải lượng</b>							
COD nguồn cấp (tấn/ha)	0,17±0,04 <sup>c</sup>	0,31±0,05 <sup>bc</sup>	0,33±0,05 <sup>b</sup>	0,33±0,08 <sup>b</sup>	0,45±0,05 <sup>ab</sup>	0,48±0,00 <sup>a</sup>	
COD nguồn thải (tấn/ha)	2,07±0,24 <sup>c</sup>	3,07±0,41 <sup>bc</sup>	3,51±0,42 <sup>bc</sup>	4,09±0,17 <sup>b</sup>	4,18±0,34 <sup>b</sup>	5,85±0,12 <sup>a</sup>	
COD ao (tấn/ha/ngày)	1,90±0,28 <sup>c</sup>	2,75±0,46 <sup>bc</sup>	3,18±0,46 <sup>bc</sup>	3,76±0,12 <sup>b</sup>	3,73±0,31 <sup>b</sup>	5,37±1,14 <sup>a</sup>	
Số ngày thay nước	6	15	30	30	30	30	
COD ao (tấn/ha/tháng)	11,4±1,7 <sup>C</sup>	41,3±6,9 <sup>C</sup>	95,4±27,8 <sup>B</sup>	112,8±7,2 <sup>AB</sup>	111,8±18,5 <sup>AB</sup>	161,0±68,2 <sup>A</sup>	533,67

*Ghi chú: Trung bình ± độ lệch chuẩn*

*a,b,c,d,e* Khác ký tự trong cùng một hàng thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định Tukey,  $p < 0,05$ )

*A,B,C* Khác ký tự trong cùng một hàng thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định Tukey,  $p < 0,01$ )

Trung bình tải lượng COD trên ngày trong ao dao động từ 1,90 – 5,37 tấn/ha/ngày. Trung bình tải lượng COD trên ngày có sự gia tăng theo thời gian nuôi, thấp nhất ở tháng nuôi thứ nhất và cao nhất là ở tháng nuôi thứ sáu. Kết quả thống kê cho thấy có sự khác biệt ở tháng cuối vụ so với các tháng còn lại. Mặc dù tháng thứ sáu tần suất thay nước là 1 lần/ngày nhưng trung bình tải lượng COD trên ngày là cao nhất ở các tháng, nguyên nhân có thể là do lượng thức ăn ở tháng nuôi thứ sáu cao hơn các tháng còn lại là 1.400 kg/ngày.

Tải lượng COD của vụ nuôi chính là tải lượng COD tháng trong vụ. Vụ nuôi kéo dài liên tục trong 6 tháng. Ở tháng thứ nhất, số lần thay nước là 5 ngày/lần nên số ngày thay nước là 6 ngày/tháng; ở tháng nuôi thứ 2, số lần thay nước là 2 ngày/lần nên số ngày thay nước là 15 ngày/tháng; từ tháng 3 đến thu hoạch, số lần thay nước là 1 ngày/lần nên số ngày thay nước là 30 ngày/tháng. Như vậy tần suất thay nước ở mỗi tháng khác nhau cũng là một trong những nguyên nhân làm thay đổi tải lượng COD ở mỗi tháng (Nguyễn Phan Nhân, 2011). Tải lượng COD của vụ nuôi là 533,67 tấn/ha/vụ, là tổng tải lượng COD của các tháng nuôi. Tải lượng COD của tháng tăng trong suốt vụ nuôi cá tra thâm canh. Ở tháng nuôi thứ nhất tải lượng trung bình COD là 1,90

tấn/ha/tháng không khác biệt với tháng nuôi thứ 2 và thứ 3 với tải lượng trung bình COD là 2,75 tấn/ha/tháng và 3,18 tấn/ha/tháng. Ở tháng nuôi thứ 4 và thứ 5, tải lượng trung bình COD là 3,76 tấn/ha/tháng và 3,73 tấn/ha/tháng khác biệt không có ý nghĩa với tháng thứ 2 và thứ 3 nhưng khác biệt có ý nghĩa so với tháng thứ 6 là 5,37 tấn/ha/tháng. Nguyên nhân là do nồng độ COD của nguồn thải tăng (Nguyễn Phan Nhân, 2011). Kết quả nghiên cứu cho thấy, lượng thức ăn sử dụng trong tháng thứ 6 là 1.400 kg/ngày so với tháng thứ nhất, thứ 2, thứ 3, thứ 4 và thứ 5 là 400, 600, 800, 1.000 và 1.200 kg/ngày tương ứng đã dẫn đến hàm lượng COD tích lũy trong ao nuôi cao theo thời gian. Như vậy, lượng thức ăn sử dụng tăng theo thời gian nuôi đã làm tăng tải lượng COD của ngày, góp phần tăng tải lượng COD của vụ nuôi thông qua sự gia tăng tải lượng COD của mỗi tháng.

#### 4.2.2 Tải lượng TKN trong nước ao nuôi cá tra

##### 4.2.2.1 Tải lượng TKN của ao theo thời gian nuôi

Tương tự như cho tính toán COD, tải lượng TKN cũng được xác định dựa vào thông tư 02/TT/2009/BTNMT, tải lượng ô nhiễm được tính toán dựa vào lưu lượng cao nhất và nồng độ cao nhất của thủy vực. Lưu lượng và nồng độ COD trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải theo thời gian nuôi cá tra thâm canh được trình bày trong Bảng 4.6.

Bảng 4.6 Lưu lượng nước và nồng độ TKN cao nhất trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải 3 ngày liên tục trong tháng theo thời gian nuôi cá tra thâm canh

	Tháng 1		Tháng 2		Tháng 3		Tháng 4		Tháng 5		Tháng 6	
	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C
Nguồn cấp	0,146	1,45	0,189	1,20	0,277	1,60	0,283	1,32	0,243	1,65	0,286	1,23
	0,189	1,40	0,189	1,26	0,243	1,63	0,302	1,38	0,289	1,52	0,257	1,28
	0,164	1,48	0,152	1,43	0,231	1,72	0,316	1,45	0,267	1,50	0,296	1,12
Nguồn thải	0,463	3,45	0,527	6,46	0,555	10,15	0,562	12,54	0,587	14,26	0,577	16,5
	0,378	2,21	0,505	5,96	0,549	9,33	0,566	13,25	0,584	15,71	0,573	15,2
	0,489	3,67	0,532	6,78	0,566	8,77	0,573	12,9	0,594	15,91	0,582	17,5

Ghi chú: Q (m<sup>3</sup>/s): lưu lượng cao nhất mỗi ngày

C (mg/L): nồng độ cao nhất mỗi ngày

Lưu lượng nước thải dao động trong khoảng 0,378 – 0,594 m<sup>3</sup>/s luôn cao hơn lưu lượng nước cấp là 0,146 – 0,316 m<sup>3</sup>/s. Nồng độ TKN nguồn cấp dao động trong khoảng 1,12 – 1,72 mg/L. Nghiên cứu của đề tài thấp hơn so với nghiên cứu của Nguyễn Phan Nhân (2011) cho rằng nước cấp vào ao nuôi cá tra dao động trong khoảng 1,40 – 3,15 mg/L; nhưng phù hợp với nghiên cứu của Boyd (1990) với hàm lượng tổng đạm trong thủy vực tự nhiên không vượt quá 3 mg/L sẽ tránh được sự phú dưỡng hóa. Theo nghiên cứu của Lê Văn Cát

và *ctv.* (2006), nồng độ TKN trong ao phù hợp cho sự phát triển của cá với tổng đạm < 10 mg/L. Nồng độ TKN nguồn thải dao động trong khoảng từ 2,21 – 17,5 mg/L, trung bình là 10,59 mg/L±4,94. Như vậy, trung bình nồng độ TKN trong ao cao hơn sự phát triển của cá. Bên cạnh đó, nồng độ trung bình TKN cũng cao hơn nghiên cứu của Bosma *et al.* (2009) với hàm lượng đạm tổng là 4 mg/L, nghiên cứu của Phan Thi Anh *et al.* (2010) là 3,2 – 6,0 mg/L, của Nguyễn Phan Nhân (2011) là 2,98 – 16,63 mg/L, trung bình là 9,85 mg/L±1,07. Theo Boyd (1998) nước bị nhiễm bẩn và có khả năng bị phú dưỡng khi TKN lớn hơn 3 mg/L. Do đó, nước thải ao nuôi cá tra thâm canh cần phải được xử lý trước khi thải ra môi trường bên ngoài để tránh gây ô nhiễm cho môi trường tiếp nhận. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng TKN nguồn thải tăng theo thời gian nuôi, thấp ở đầu vụ và cao ở cuối vụ kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Lê Bảo Ngọc (2004); Nguyễn Phan Nhân (2011). Nguyên nhân là do lượng thức ăn được cung cấp vào trong ao (Cao Văn Thích, 2008). Dựa vào đặc điểm quản lý nước của hộ nuôi cá tra thâm canh, tải lượng TKN của ao nuôi được xác định là hiệu số giữa tải lượng TKN của nguồn thải và tải lượng TKN nguồn cấp.

Bảng 4.7 Tải lượng TKN ao nuôi theo thời gian nuôi và trong vụ nuôi

Tháng	1	2	3	4	5	6	Vụ nuôi (tấn/ha)
<b>Tải lượng</b>							
TKN nguồn cấp (tấn/ha)	0,04±0,00 <sup>c</sup>	0,04±0,00 <sup>c</sup>	0,07±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,00 <sup>a</sup>	0,07±0,00 <sup>a</sup>	0,05±0,00 <sup>b</sup>	
TKN nguồn thải (tấn/ha)	0,23±0,08 <sup>e</sup>	0,53±0,05 <sup>d</sup>	0,84±0,06 <sup>c</sup>	1,16±0,05 <sup>b</sup>	1,40±0,16 <sup>ab</sup>	1,52±0,01 <sup>a</sup>	
TKN ao (tấn/ha/ngày)	0,19±0,08 <sup>e</sup>	0,50±0,05 <sup>d</sup>	0,77±0,05 <sup>c</sup>	1,09±0,04 <sup>b</sup>	1,33±0,16 <sup>ab</sup>	1,46±0,12 <sup>a</sup>	
Số ngày thay nước	6	15	30	30	30	30	
TKN ao (tấn/ha/tháng)	1,12±0,50 <sup>D</sup>	7,47±0,76 <sup>D</sup>	23,18±3,12 <sup>C</sup>	32,91±9,68 <sup>B</sup>	39,91±9,68 <sup>AB</sup>	43,85±7,10 <sup>A</sup>	148,33

*Ghi chú: Trung bình ± độ lệch chuẩn*

*a,b,c,d,e* Khác ký tự trong cùng một hàng thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định Tukey,  $p < 0,05$ )

*A,B,C,D* Khác ký tự trong cùng một hàng thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định Tukey,  $p < 0,01$ )

Tải lượng TKN của ao tăng theo thời gian nuôi. Trung bình tải lượng TKN ngày ở tháng nuôi thứ nhất là 0,19 tấn/ha/ngày thấp có ý nghĩa so với trung bình tải lượng TKN ngày của các tháng còn lại. Trung bình tải lượng TKN ngày tiếp tục tăng ở tháng thứ 2 và tháng thứ 3 là 0,5 tấn/ha/ngày và 0,77 tấn/ha/ngày tương ứng, kết quả thống kê cho thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Ở tháng nuôi thứ 4, trung bình tải lượng TKN ngày là 1,09 tấn/ha/ngày khác biệt không có ý nghĩa với tháng thứ 5 là 1,33 tấn/ha/ngày. Ở

tháng nuôi thứ 6, trung bình tải lượng TKN ngày là 1,46 tấn/ha/ngày không khác biệt với tháng thứ 5 nhưng khác biệt với các tháng còn lại ( $P < 0,05$ ). Trung bình tải lượng TKN ngày tăng từ tháng thứ nhất đến tháng nuôi thứ 6 là do nồng độ TKN ngày của nguồn thải tăng theo thời gian nuôi (Lê Bảo Ngọc, 2004; Nguyễn Phan Nhân, 2011). Nguyên nhân là do lượng thức ăn sử dụng mỗi ngày tăng vào giai đoạn cuối vụ (Cao Văn Thích, 2008).

Khảo sát ở hộ nuôi cho thấy, vụ nuôi kéo dài liên tục trong 6 tháng. Ở tháng thứ nhất, số lần thay nước là 5 ngày/lần nên số ngày thay nước là 6 ngày/tháng; ở tháng nuôi thứ 2, số lần thay nước là 2 ngày/lần nên số ngày thay nước là 15 ngày/tháng; từ tháng 3 đến thu hoạch, số lần thay nước là 1 ngày/lần nên số ngày thay nước là 30 ngày/tháng. Như vậy, tần suất thay nước ở mỗi tháng khác nhau cũng là một trong những nguyên nhân làm thay đổi tải lượng TKN ở mỗi tháng (Nguyễn Phan Nhân, 2011). Kết quả nghiên cứu cho thấy, tải lượng TKN của vụ nuôi cá tra thâm canh là 7,10 tấn/ha/vụ và cũng chính là tổng tải lượng TKN ở mỗi tháng. Ở tháng nuôi thứ nhất và tháng thứ 2, tải lượng TKN lần lượt là 1,12 tấn/ha/tháng và 7,47 tấn/ha/tháng, không khác biệt có ý nghĩa thống kê. Ở tháng nuôi thứ 3, tải lượng TKN là 23,18 tấn/ha/tháng khác biệt có ý nghĩa thống kê với các tháng còn lại ( $P < 0,05$ ). Tải lượng TKN ở tháng thứ 4 là 32,91 tấn/ha/tháng. Ở tháng nuôi thứ 5, trung bình tải lượng TKN là 39,91 tấn/ha/tháng không khác biệt với tháng thứ 6, trung bình tải lượng TKN là 43,85 tấn/ha/tháng, nhưng khác biệt có ý nghĩa thống kê với các tháng còn lại. Nguyên nhân là do lượng thức ăn sử dụng tăng theo thời gian nuôi và cao nhất ở những tháng cuối vụ nuôi (Nguyễn Phan Nhân, 2011).

#### **4.2.3 Tải lượng TP trong nước ao nuôi cá tra**

##### *4.2.3.1 Tải lượng TP của ao nuôi theo thời gian nuôi*

Tải lượng TP của ao nuôi cá tra thâm canh được xác định dựa vào thông tư 02/TT/2009/BTNMT, tải lượng ô nhiễm được tính toán dựa vào lưu lượng cao nhất và nồng độ cao nhất của thủy vực. Lưu lượng và nồng độ TP trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải theo thời gian nuôi cá tra thâm canh được trình bày trong Bảng 4.8

Bảng 4.8 Lưu lượng nước và nồng độ TP cao nhất trong nước ở nguồn cấp và nguồn thải 3 ngày liên tục trong tháng theo thời gian nuôi cá tra thâm canh

	Tháng 1		Tháng 2		Tháng 3		Tháng 4		Tháng 5		Tháng 6	
	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C	Q	C
Nguồn cấp	0,146	0,05	0,189	0,14	0,277	0,33	0,283	0,22	0,243	0,33	0,286	0,38
	0,189	0,07	0,189	0,13	0,243	0,39	0,302	0,28	0,289	0,30	0,257	0,41
	0,164	0,08	0,152	0,23	0,231	0,43	0,316	0,31	0,267	0,28	0,296	0,33
Nguồn thải	0,463	0,16	0,527	1,89	0,555	2,56	0,562	3,52	0,587	4,16	0,577	6,04
	0,378	0,25	0,505	1,22	0,549	2,17	0,566	3,35	0,584	4,35	0,573	5,79
	0,489	0,19	0,532	1,55	0,566	2,83	0,573	3,98	0,594	4,09	0,582	5,95

Ghi chú: Q (m<sup>3</sup>/s): lưu lượng cao nhất mỗi ngày

C (mg/L): nồng độ cao nhất mỗi ngày

Lưu lượng nước thải dao động trong khoảng 0,378 – 0,594 m<sup>3</sup>/s luôn cao hơn lưu lượng nước cấp là 0,146 – 0,316 m<sup>3</sup>/s. Nồng độ TP nguồn cấp dao động trong khoảng 0,05 – 0,41 mg/L. Nồng độ TP nguồn thải của ao nuôi gia tăng theo thời gian nuôi, cao ở cuối vụ và thấp ở đầu vụ, dao động từ 0,16 – 6,04 mg/L, trung bình là 3,70 mg/L $\pm$ 2,13. Kết quả nồng độ TP cao hơn so với nghiên cứu của Bosma *et al.* (2009) với hàm lượng TP trong nước thải ao nuôi là 1,7 mg/L; nghiên cứu của Phan Thi Anh *et al.* (2010) với hàm lượng TP dao động từ 0,4 – 2,21 mg/L; nghiên cứu của Lê Bảo Ngọc (2004) hàm lượng TP dao động từ 1,57 - 2,2 mg/L; kết quả nghiên cứu của Cao Văn Thích (2008) hàm lượng TP trung bình dao động từ 1,18 - 1,38 mg/L. So với nghiên cứu của Lê Văn Cát và *ctv.* (2006) với hàm lượng TP trong nước ao nuôi thì không phù hợp cho sự phát triển của cá (TP < 0,1 mg/L) nhưng theo PAD (2010) được trích bởi Nguyễn Phan Nhân (2011) thì hàm lượng TP của nghiên cứu phù hợp với sự phát triển của cá tra (TP < 5 mg/L).

Tải lượng TP của ao nuôi được xác định là hiệu số giữa tải lượng TP của nguồn thải và tải lượng TP của nguồn cấp ở mỗi tháng trong suốt vụ nuôi cá tra thâm canh. Do đó, tải lượng TP của nguồn cấp, nguồn thải và của ao nuôi được trình bày trong Bảng 4.9

Bảng 4.9 Tải lượng TP ao nuôi theo thời gian nuôi và trong vụ nuôi

Tháng	1	2	3	4	5	6	Vụ nuôi (tấn/ha)
<b>Tải lượng</b>							
TP nguồn cấp (tấn/ha)	0,002±0,00 <sup>B</sup>	0,005±0,00 <sup>B</sup>	0,015±0,00 <sup>A</sup>	0,013±0,00 <sup>A</sup>	0,013±0,00 <sup>A</sup>	0,017±0,00 <sup>A</sup>	
TP nguồn thải (tấn/ha)	0,01±0,00 <sup>f</sup>	0,13±0,03 <sup>e</sup>	0,22±0,03 <sup>d</sup>	0,31±0,01 <sup>c</sup>	0,39±0,02 <sup>b</sup>	0,55±0,00 <sup>a</sup>	
TP ao (tấn/ha/ngày)	0,01±0,00 <sup>f</sup>	0,13±0,03 <sup>e</sup>	0,21±0,03 <sup>d</sup>	0,30±0,01 <sup>c</sup>	0,38±0,02 <sup>b</sup>	0,53±0,01 <sup>a</sup>	
Số ngày thay nước	6	15	30	30	30	30	
TP ao (tấn/ha/tháng)	0,07±0,01 <sup>e</sup>	1,88±0,45 <sup>e</sup>	6,29±1,96 <sup>d</sup>	9,03±0,51 <sup>c</sup>	11,30±0,95 <sup>b</sup>	15,93±0,90 <sup>a</sup>	44,50

*Ghi chú: Trung bình ± độ lệch chuẩn*

*a,b,c,d,e,f* Khác ký tự trong cùng một hàng thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định Tukey,  $p < 0,05$ )

*A,B* Khác ký tự trong cùng một hàng thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (kiểm định Tukey,  $p < 0,01$ )

Trung bình tải lượng TP ngày của ao nuôi tăng theo thời gian nuôi. Ở tháng nuôi thứ nhất, trung bình tải lượng TP ngày là 0,01 tấn/ha/ngày thấp có ý nghĩa so với trung bình tải lượng TP ngày ở các tháng còn lại trong vụ nuôi. Ở tháng nuôi thứ 2, trung bình tải lượng TP ngày là 0,13 tấn/ha tăng cao hơn so với tháng thứ nhất và khác có ý nghĩa thống kê ( $P < 0,05$ ) so với các tháng khác trong vụ nuôi. Trung bình tải lượng TP ngày ở tháng nuôi thứ 3 là 0,21 tấn/ha tăng gần gấp đôi so với tháng thứ 2, có sự khác biệt thống kê so với tháng thứ 4 với trung bình tải lượng TP ngày là 0,30 tấn/ha. Trung bình tải lượng TP ngày ở tháng thứ 5 và tháng thứ 6 là 0,38 tấn/ha và 0,53 tấn/ha và khác biệt có ý nghĩa thống kê với các tháng còn lại. Nguyên nhân là do có sự tích lũy hàm lượng TP cao ở hai tháng cuối vụ nuôi (Thái Mỹ Anh, 2006 được trích bởi Nguyễn Phan Nhân, 2011).

Tải lượng TP của vụ nuôi là 44,50 tấn/ha/vụ, chính là tổng tải lượng TP của mỗi tháng trong vụ nuôi. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tải lượng ở mỗi tháng nuôi tăng theo thời gian nuôi (Nguyễn Phan Nhân, 2011). Ở tháng thứ nhất và tháng thứ 2, tải lượng TP là 0,07 tấn/ha/tháng và 1,88 tấn/ha/tháng, không có sự khác biệt về mặt thống kê. Ở tháng nuôi thứ 3, tải lượng TP là 6,29 tấn/ha/tháng khác biệt với tải lượng TP ở tháng nuôi thứ 4 là 9,03 tấn/ha/tháng. Tải lượng TP ở tháng nuôi thứ 5 và tháng nuôi thứ 6 là 11,30 tấn/ha/tháng và 15,93 tấn/ha/tháng, khác biệt có ý nghĩa với các tháng còn lại. Nguyên nhân là do lượng thức ăn sử dụng tăng vào các tháng cuối vụ dẫn đến hàm lượng TP của nguồn thải tăng cao (Lê Bảo Ngọc, 2004; Nguyễn Phan Nhân, 2011).



### ➤ Tóm lại

Trung bình tải lượng COD, TKN và TP của ao nuôi cá tra thâm canh gia tăng theo thời gian nuôi dao động trong khoảng 1,90 – 5,37 tấn/ha/ngày; 0,19 – 1,46 tấn/ha/ngày và 0,01 – 0,53 tấn/ha/ngày tương ứng. Nguyên nhân là do tăng lượng thức ăn sử dụng vào cuối vụ. Tải lượng COD, TKN và TP của một vụ nuôi lần lượt là 533,67 tấn/ha/vụ; 148,33 tấn/ha/vụ và 44,50 tấn/ha/vụ. Điều này cho thấy rằng, nước thải ao nuôi cá tra chứa hàm lượng đậm, lân cao, có thể sử dụng để tưới tiêu cho ruộng lúa.

Để thấy được vai trò của ruộng lúa trong việc làm giảm ô nhiễm chất hữu cơ, đậm, lân có trong nước thải ao nuôi cá tra, các thí nghiệm trong thùng và ngoài đồng được thực hiện trong vụ lúa Hè Thu năm 2013 nhằm đánh giá vai trò của ruộng lúa trong việc làm giảm ô nhiễm khi sử dụng phương pháp này để xử lý nước thải.

### **4.3 Vai trò của ruộng lúa trong việc làm giảm ô nhiễm chất hữu cơ, đậm, lân có trong nước thải ao nuôi cá tra**

#### ***4.3.1 Thành phần hóa học đất trồng lúa trước và sau khi sử dụng nước thải ao nuôi cá tra canh tác lúa Hè Thu***

Theo thang đánh giá, pH đất trung bình trong thí nghiệm là 4,85 được đánh giá là thấp, đối với độ dẫn điện trung bình EC đất 679 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) không ảnh hưởng đến cây trồng. Thành phần trung bình chất hữu cơ trong đất có giá trị 6,37% ở mức trung bình. Trung bình đậm tổng số N 0,3 (%) được đánh giá ở mức trung bình, trung bình N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> trong đất 23,74 (mg/kg) được đánh giá là nghèo và trung bình N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trong đất 0,173 (mg/kg) được đánh giá là thấp. Trung bình lân tổng số trong đất 0,058 (%P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) được đánh giá ở mức trung bình, dẫn đến hàm lượng trung bình lân dễ tiêu có giá trị 11,52 (mgP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/kg) được đánh giá ở mức trung bình (Ngô Ngọc Hưng, 2009). Các giá trị lý hóa của đất thể hiện, đất chọn để nghiên cứu thích hợp để trồng lúa.

##### ***4.3.1.1 pH trong đất lúa***

Để hấp thu được dưỡng chất dưới dạng cation, rễ cây phải tiết ra ion H<sup>+</sup> để trao đổi dưỡng chất với môi trường xung quanh (Lê Văn Khoa và *ctv.*, 2000). pH đất là chỉ tiêu đánh giá đất quan trọng vì nó thường ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát triển của cây trồng, với đất, vận tốc các phản ứng hóa học đất, độ hữu dụng của dưỡng chất đất (Ngô Ngọc Hưng và *ctv.*, 2004).

Bảng 4.10 Diễn biến pH trong đất theo thời gian

Giai đoạn	Ngày sau sạ	Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3	Nghiệm thức 4
Lúa mạ	10 Ngày	4,89±0,22	4,94±0,11	4,81±0,15	4,75±0,08
	14 Ngày	5,04±0,23 <sup>a</sup>	5,07±0,31 <sup>ab</sup>	4,78±0,05 <sup>b</sup>	5,22±0,20 <sup>a</sup>
Đẻ nhánh	21 Ngày	4,92±0,20	4,86±0,14	4,72±0,05	5,02±0,22
	25 Ngày	4,57±0,07	4,53±0,06	4,51±0,07	4,60±0,13
Tạo đốt thân	41 Ngày	4,21±0,04	4,19±0,03	4,15±0,09	4,10±0,13
	45 Ngày	4,21±0,06	4,21±0,05	4,27±0,04	4,18±0,06
Làm đòng	54 Ngày	4,33±0,08	4,26±0,13	4,25±0,11	4,35±0,10
	58 Ngày	4,20±0,10	4,14±0,09	4,29±0,10	4,17±0,03
Vào hạt	76 Ngày	4,43±0,06	4,56±0,08	4,64±0,07	4,56±0,18
	80 Ngày	4,55±0,08 <sup>b</sup>	4,63±0,06 <sup>ab</sup>	4,67±0,04 <sup>ab</sup>	4,82±0,19 <sup>a</sup>

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ( $p < 5\%$ ) (trung bình ± độ lệch chuẩn)

Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali

Kết quả đo giá trị pH của các nghiệm thức cho thấy pH chỉ dao động trong khoảng 4,10 đến 5,22. Qua các giai đoạn tưới lúa ở các thời gian sinh trưởng của cây lúa thì pH của các nghiệm thức 1, 2, 3, 4 không khác biệt với nhau, vẫn giữ ổn định. Điều này cho thấy rằng dù cho tưới nước sông hay tưới nước thải ao cá tra vào hệ thống đất lúa cũng không làm thay đổi pH đất. Tuy nhiên có sự khác biệt pH theo thời gian sinh trưởng của cây lúa, tương ứng với từng nghiệm thức riêng biệt. Ở các nghiệm 1 có sự khác biệt pH đất ở giai đoạn lúa mạ (4,89 - 5,04), đẻ nhánh (4,57 - 4,92) so với giai đoạn tạo đốt thân (4,21), làm đòng (4,20-4,33) và vào hạt (4,43-4,55). Ở nghiệm thức 2, 3, 4 có tính chất pH cũng tương tự như nghiệm thức tưới nước sông bón phân NPK. Kết quả của đề tài cho thấy pH của đất trồng lúa tương đối ổn định và không có sự thay đổi lớn luôn dao động ở mức 4,14 đến 5,22.

#### 4.3.1.2 EC ( $\mu\text{S/cm}$ ) trong đất lúa

EC là độ dẫn điện của dung dịch hay tổng lượng muối được hòa tan. Trong đất EC cao hay thấp là do sự hiện diện của lượng muối cao hay thấp. Không chỉ có đất mặn mới có lượng muối trong đất cao, do tác động của các acid vào khoáng sét nồng độ muối trong đất có thể cao và gây độc cho cây (Ngô Ngọc Hưng, 2004). Tất cả các chất dinh dưỡng trong đất đều tồn tại dưới dạng các cation, anion dẫn điện nên dựa vào giá trị EC có thể liên hệ đến sự tăng nồng độ các ion trong dung dịch đất.

Kết quả nghiên cứu về độ dẫn điện trong đất dao động từ 403  $\mu\text{S}/\text{cm}$  tới 742  $\mu\text{S}/\text{cm}$  và không khác biệt ở các nghiệm thức khác nhau trong cùng một thời điểm. Nhìn chung EC cao vào những ngày đầu và giảm dần theo các thời gian sinh trưởng của cây lúa đối với từng nghiệm thức. Do tính chất đất ban đầu chứa nhiều chất dinh dưỡng ở dạng ion như  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ..., mà lúc này cây lúa chỉ mới bắt đầu nảy mầm, bắt đầu vòng sinh trưởng, nên các hợp chất dinh dưỡng dạng ion này chưa được cây lúa hấp thu nhiều. Tuy nhiên càng về sau cây lúa sinh trưởng và phát triển nhanh nên nhu cầu dinh dưỡng cũng tăng lên, các hợp chất dễ tiêu ở dạng ion được cây hấp thu mạnh làm giảm bớt các ion mang điện, từ đó độ dẫn điện EC của đất ngày càng giảm.

Kết quả về sự giảm EC trong đất, thể hiện ở nghiệm thức tưới nước thải bón bổ sung Kali. Trong suốt thời gian sinh trưởng của cây lúa, EC đất giảm dần. Ở giai đoạn lúa mạ giá trị EC ghi nhận là (667-663  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), giai đoạn lúa đẻ nhánh EC là (632-639  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), giai đoạn lúa tạo đốt thân EC là (626-480  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), giai đoạn lúa làm đòng EC là (485-478  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) và lúa vào hạt EC là (441-440  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

Bảng 4.11 Diễn biến EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) trong đất theo thời gian

Giai đoạn	Ngày sau sạ	Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3	Nghiệm thức 4
Lúa mạ	10 Ngày	672±28	718±58	658±28	667±9
	14 Ngày	683±45	742±56	673±41	663±20
Đẻ nhánh	21 Ngày	657±32	669±21	642±37	632±35
	25 Ngày	678±44	677±22	649±40	639±31
Tạo đốt thân	41 Ngày	598±14	660±53	615±24	626±29
	45 Ngày	494±18	564±95	502±26	480±11
Làm đòng	54 Ngày	467±14 <sup>b</sup>	575±68 <sup>a</sup>	480±21 <sup>b</sup>	485±16 <sup>b</sup>
	58 Ngày	451±30	497±38	465±11	478±29
Vào hạt	76 Ngày	416±21	432±29	438±12	441±15
	80 Ngày	403±17	420±27	431±12	440±19

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ( $p < 5\%$ ) (trung bình ± độ lệch chuẩn)

Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali

#### 4.3.1.3 Chất hữu cơ (%CHC) trong đất lúa

Theo Nguyễn Mỹ Hoa và *ctv.*, (2012) chất hữu cơ là kết quả của quá trình phân hủy xác bã động thực vật. Hầu hết đất sản xuất nông nghiệp có hàm lượng hữu cơ thấp biến động từ 5 - 10%. Chất hữu cơ chứa nhiều nguyên tố dinh dưỡng như N, P, K... và các nguyên tố vi lượng. Chất hữu cơ vừa cung

cấp và dự trữ dinh dưỡng cho cây trồng và vi sinh vật đất (Trần Văn Chính, 2006). Phần trăm chất hữu cơ trong đất được xác định lần đầu tiên vào ngày thứ 10 sau khi sạ lúa. Chất hữu cơ trong đất không khác biệt giữa các nghiệm thức ở cùng thời điểm sinh trưởng lúa (Bảng 4.12). Tuy nhiên, ở giai đoạn lúa tạo đốt thân, ngày 41 thì có sự khác biệt chất hữu cơ trong đất giữa nghiệm thức 2 (nước thải bón NPK) phần trăm chất hữu cơ với kết quả là  $6,61\% \pm 0,12$  và nghiệm thức 4 (nước thải bón Kali) phần trăm chất hữu cơ  $6,19\% \pm 0,34$ . Nguyên nhân có thể là do nghiệm thức 2 được cung cấp thêm phân hóa học đầy đủ, cây lúa sử dụng dinh dưỡng trong nước thải và phân bón cung cấp vào. Nghiệm thức 4 do chỉ được cung cấp Kali nên cây lúa ngoài sử dụng dinh dưỡng trong nước thải còn sử dụng thêm dinh dưỡng trong đất. Cũng trong giai đoạn lúa tạo đốt thân ở ngày 45, chất hữu cơ có sự khác biệt giữa nghiệm thức 1 (nước sông bón phân NPK) chất hữu cơ  $6,28\% \pm 0,13$  và nghiệm thức 4 (nước thải bón Kali) chất hữu cơ  $6,33\% \pm 0,28$ , thấp hơn so với nghiệm thức 2 (nước thải bón NPK) với chất hữu cơ có giá trị là  $6,73\% \pm 0,09$  và nghiệm thức 3 (nước thải bón 2/3 phân NPK) chất hữu cơ  $6,65\% \pm 0,08$ . Sự khác biệt về chất hữu cơ giữa các nghiệm thức là tương tự ở các giai đoạn làm đòng và vào hạt.

Bảng 4.12 Diễn biến chất hữu cơ (%CHC) trong đất

Giai đoạn	Ngày sau sạ	Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3	Nghiệm thức 4
Lúa mạ	10 Ngày	$6,45 \pm 0,15$	$6,31 \pm 0,03$	$6,34 \pm 0,03$	$6,36 \pm 0,07$
	14 Ngày	$6,50 \pm 0,20$	$6,36 \pm 0,06$	$6,42 \pm 0,08$	$6,52 \pm 0,18$
Đẻ nhánh	21 Ngày	$6,42 \pm 0,22$	$6,58 \pm 0,13$	$6,55 \pm 0,12$	$6,22 \pm 0,29$
	25 Ngày	$6,35 \pm 0,17$	$6,68 \pm 0,12$	$6,66 \pm 0,11$	$6,35 \pm 0,23$
Tạo đốt thân	41 Ngày	$6,23 \pm 0,15^{ab}$	$6,61 \pm 0,12^a$	$6,53 \pm 0,12^{ab}$	$6,19 \pm 0,34^b$
	45 Ngày	$6,28 \pm 0,13^b$	$6,73 \pm 0,09^a$	$6,65 \pm 0,08^a$	$6,33 \pm 0,28^b$
Làm đòng	54 Ngày	$6,19 \pm 0,09$	$6,61 \pm 0,12$	$6,32 \pm 0,36$	$6,20 \pm 0,35$
	58 Ngày	$6,25 \pm 0,07^b$	$6,74 \pm 0,12^a$	$6,54 \pm 0,28^{ab}$	$6,37 \pm 0,32^{ab}$
Vào hạt	76 Ngày	$6,00 \pm 0,15^b$	$6,59 \pm 0,07^a$	$6,36 \pm 0,35^{ab}$	$6,16 \pm 0,32^{ab}$
	80 Ngày	$6,13 \pm 0,11^b$	$6,73 \pm 0,06^a$	$6,55 \pm 0,28^{ab}$	$6,33 \pm 0,29^{ab}$

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ( $p < 5\%$ ) (trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn)

Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali

Ở các nghiệm thức tưới nước thải ao cá tra, phần trăm chất hữu cơ ở các nghiệm thức này tăng qua 4 ngày tưới lúa. Trong khi đó vào giai đoạn làm đòng, nghiệm thức nước thải bón NPK chất hữu cơ tăng 0,13%, nghiệm thức nước thải bón 2/3 NPK chất hữu cơ tăng 0,22% và nghiệm thức nước thải bón Kali chất hữu cơ tăng 0,17%. Ở các giai đoạn khác đặc tính chất hữu cơ cũng

tương tự. Chất hữu cơ có khuynh hướng tích lũy trong đất nhờ vào các cơ chế hấp phụ của đất. Từ giai đoạn lúa mạ đến giai đoạn vào hạt, chất hữu cơ trong đất đối với nghiệm thức nước thải bón NPK, chất hữu cơ tăng 0,42%, nghiệm thức nước thải bón 2/3 NPK chất hữu cơ tăng 0,21%.

Trong nước thải ao cá, có chứa một lượng chất hữu cơ để cung cấp lại cho đất sau những khoảng thời gian không tưới thêm nước ao cá. Bên cạnh đó một lượng nhỏ phân hóa học cũng được bón vào (nghiệm thức nước thải bón NPK và nghiệm thức nước thải bón 2/3 phân NPK) sau những giai đoạn lúa mạ 14 ngày, lúa đẻ nhánh 25 ngày, tạo đọt thân 45 ngày. Ngoài ra, có thể vi sinh vật đất đảm nhận vai trò phân hủy chất hữu cơ trong đất, tạo nên các hợp chất dễ tiêu (đạm dễ tiêu và lân dễ tiêu) cung cấp dinh dưỡng cho lúa sinh trưởng và phát triển tốt. Chính vì thế một lượng chất hữu cơ trong đất sẽ bị suy giảm. Chất hữu cơ trong đất lúa sẽ được hoàn trả lại nhờ vào chất hữu cơ có trong nước thải ao nuôi cá tra. Cơ chế này giúp đất sẽ không bị bạc màu, không bị thay đổi kết cấu đất và luôn giữ cho đất luôn ổn định về các thành phần hóa học, lý học cũng như sinh học.

Đánh giá chất hữu cơ theo thời gian sinh trưởng, ở nghiệm thức tưới nước sông bón NPK, các kết quả cho thấy phần trăm chất hữu cơ trong đất có xu hướng giảm dần qua các thời điểm không tưới thêm nước sông ứng với các mức sinh trưởng lúa. Vào giai đoạn làm đòng (58 ngày) và vào hạt (76 ngày) phần trăm chất hữu cơ giảm 0,25%. Tuy nhiên trong các thời điểm tưới lúa, phần trăm chất hữu cơ trong đất có được tăng lên, ứng với khoảng thời gian 4 ngày lưu nước trong khay. Các giai đoạn sinh trưởng, chất hữu cơ trong đất tăng qua thời gian tưới lúa 4 ngày. Giai đoạn lúa mạ chất hữu cơ trong đất tăng 0,05%, giai đoạn tạo đọt thân chất hữu cơ tăng 0,05%, giai đoạn làm đòng chất hữu cơ tăng 0,06%, giai đoạn vào hạt chất hữu cơ tăng 0,13%. Do nước sông tưới lúa có chứa các chất hữu cơ, nên khi tưới vào đất thì được giữ lại nên hàm lượng chất hữu cơ tăng. Riêng giai đoạn đẻ nhánh, có phần trăm chất hữu cơ giảm 0,07%, có thể là do nước sông tưới vào có chứa ít chất hữu cơ hơn các thời điểm khác. Bên cạnh đó cây lúa cũng tăng trưởng và có sự chuyển hóa chất hữu cơ thành các chất đạm, lân để cây lúa hấp thu.

Nghiệm thức nước thải bón phân NPK có phần trăm chất hữu cơ cao nhất ở giai đoạn sinh trưởng cuối của cây lúa, giai đoạn vào hạt 80 ngày chất hữu cơ trong đất là  $6,73\% \pm 0,06$ , thấp hơn là nghiệm thức nước thải bón 2/3 phân NPK chất hữu cơ trong đất  $6,55\% \pm 0,28$ , tiếp đến là ở nghiệm thức nước thải bón Kali, chất hữu cơ trong đất là  $6,33\% \pm 0,29$  và nghiệm thức nước sông bón phân NPK chất hữu cơ trong đất  $6,13\% \pm 0,11$ . Nghiệm thức nước thải bón

phân NPK có phần trăm chất hữu cơ cao nhất là do lượng nước thải ao cá tưới vào, tương tự như nghiệm thức nước thải bón 2/3 phân NPK và nghiệm thức nước thải bón Kali. Ở nghiệm thức này còn bón thêm phân hóa học đầy đủ, cùng điều kiện như nghiệm thức nước sông bón NPK, nên cây lúa ngoài sử dụng chất dinh dưỡng từ chất hữu cơ trong đất và trong nước, còn sử dụng trực tiếp chất dinh dưỡng từ phân hóa học. Lượng chất hữu cơ trong nước được giữ lại trong đất nhiều hơn các nghiệm thức nước thải bón 2/3 phân NPK và nghiệm thức nước thải bón Kali.

Ở nghiệm thức nước thải bón 2/3 phân NPK, có phần trăm chất hữu cơ thấp hơn nghiệm thức nước thải bón phân NPK là do ở nghiệm thức này cũng được bón NPK, nhưng chỉ bón 2/3 lượng phân hóa học so với bình thường, chất dinh dưỡng ít hơn nên chất hữu cơ cũng giảm. Tương ứng, nghiệm thức nước thải bón Kali chỉ tưới nước thải ao cá nhưng không bón phân (Urê, DAP) mà chỉ bón Kali giúp cứng cây, hoàn toàn không có nguồn cung cấp đạm và lân từ phân hóa học, mà nguồn chính là từ trong đất và trong nước thải ao cá tra nên chất hữu cơ trong đất cũng được sử dụng nhiều hơn. Ở nghiệm thức nước sông, bón phân theo nông dân và chế độ phân bình thường nên phần trăm chất hữu cơ trong đất  $6,13\% \pm 0,11$  là thấp nhất. Trong nước sông thường có chất hữu cơ ít hơn trong nước thải ao cá tra, cây lúa sử dụng trực tiếp chất dinh dưỡng từ phân NPK bón vào, cùng với chất dinh dưỡng có trong đất và trong nước sông.

#### *4.3.1.4 Nitơ tổng số (%N) trong đất lúa*

Trong canh tác lúa, nguồn cung cấp đạm rất đa dạng, phân bón giữ vai trò quan trọng tạo nên năng suất lúa, bên cạnh đó đạm cố định cũng không kém phần quan trọng (Dobermanm và Fairhurst, 2000). Theo Ngô Ngọc Hưng (2009) cây trồng sử dụng đạm trong đất gọi là đạm dễ tiêu, lượng dễ tiêu này phụ thuộc vào sự khoáng hóa của chất hữu cơ chứa đạm.

Bảng 4.13 Diễn biến N tổng (%N tổng) trong đất

Giai đoạn	Ngày sau sạ	Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3	Nghiệm thức 4
Lúa mạ	10 Ngày	0,29±0,02	0,30±0,02	0,30±0,01	0,30±0,01
	14 Ngày	0,30±0,02	0,32±0,01	0,31±0,01	0,31±0,01
Đẻ nhánh	21 Ngày	0,31±0,01	0,30±0,01	0,30±0,01	0,30±0,02
	25 Ngày	0,32±0,01	0,31±0,01	0,31±0,01	0,31±0,01
Tạo đốt thân	41 Ngày	0,30±0,01	0,30±0,01	0,30±0,01	0,29±0,01
	45 Ngày	0,31±0,02	0,31±0,01	0,31±0,01	0,30±0,01
Làm đòng	54 Ngày	0,28±0,01	0,30±0,01	0,30±0,01	0,28±0,02
	58 Ngày	0,30±0,01	0,31±0,01	0,31±0,01	0,30±0,01
Vào hạt	76 Ngày	0,27±0,01 <sup>b</sup>	0,27±0,02 <sup>ab</sup>	0,29±0,01 <sup>a</sup>	0,27±0,01 <sup>ab</sup>
	80 Ngày	0,28±0,01 <sup>b</sup>	0,29±0,02 <sup>ab</sup>	0,31±0,01 <sup>a</sup>	0,30±0,01 <sup>a</sup>

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ( $p < 5\%$ ) (trung bình ± độ lệch chuẩn)

Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali

Kết quả nghiên cứu cho thấy phần trăm Nitơ trong đất của các nghiệm thức tưới nước sông hay nước thải ao cá tra không khác biệt. Các nghiệm thức có tính chất đất ban đầu gần giống nhau nên giá trị chỉ dao động trong khoảng 0,29% - 0,30%. Các nghiệm thức có sự khác biệt về hàm lượng N ở giai đoạn vào hạt, ở ngày 80 nghiệm thức nước sông bón NPK phần trăm N là 0,28%±0,01 thấp hơn các nghiệm thức nước thải bón NPK phần trăm N là 0,29%±0,02, nghiệm thức nước thải bón 2/3 NPK phần trăm N là 0,31%±0,01 và nghiệm thức nước thải bón Kali phần trăm N là 0,3%±0,01. Do các hàm lượng nitơ trong nước thải cá tra cao hơn nước sông, kết quả là các nghiệm thức tưới nước thải có hàm lượng N cao hơn nghiệm thức tưới nước sông.

Tốc độ khoáng hóa đạm được cải thiện nhanh hơn khi đất có giai đoạn khô (Trần Quang Tuyền, 1980). Thực chất cây trồng chỉ sử dụng theo đúng nhu cầu của nó là 30% lượng nitơ bón vào đất (Lê Huy Bá, 2000). Từ các nhận định trên cho thấy rằng, phần trăm nitơ sẽ bị ảnh hưởng ở điều kiện ngập nước và sẽ giảm khi đất lúa ở điều kiện khô, tạo môi trường thuận lợi cho vi sinh vật phân giải các chất hữu cơ chứa N thành các hợp chất N dễ tiêu cung cấp cho cây lúa.

Đối với các nghiệm thức, chế độ tưới ở giai đoạn ngập 4 ngày thì kết quả cho thấy rằng phần trăm N tăng lên sau 4 ngày lưu nước. Ở nghiệm thức nước sông bón NPK, giai đoạn lúa mạ phần trăm N tăng 0,01%, giai đoạn lúa đẻ nhánh phần trăm N tăng 0,01%, giai đoạn tạo đốt thân phần trăm N tăng

0,01%, giai đoạn làm đòng phần trăm N tăng 0,02%, giai đoạn vào hạt phần trăm N tăng 0,01%. Các nghiệm thức tưới nước ao cá tra cũng có xu hướng tăng. Điển hình như nghiệm thức tưới nước thải bón Kali, giai đoạn lúa mạ phần trăm N tăng 0,01%, giai đoạn lúa đẻ nhánh phần trăm N tăng 0,01%, giai đoạn tạo đọt thân phần trăm N tăng 0,01%, giai đoạn làm đòng phần trăm N tăng 0,02%, giai đoạn vào hạt phần trăm N tăng 0,03%. Phần trăm N tăng do trong nước tưới lúa sẽ cung cấp lại hàm lượng N mất đi trong đất lúa, do quá trình phân hủy của vi sinh vật đất ở điều kiện không ngập. Nhờ vậy cây lúa sẽ hấp thu các thành phần đạm dễ tiêu cho nhu cầu sinh trưởng.

Ở giai đoạn đất ngập nước ứng với các giai đoạn tưới lúa: Lúa mạ, đẻ nhánh, tạo đọt thân, làm đòng, vào hạt thì phần trăm N tăng lên thấy rõ nhưng không khác biệt ở ý nghĩa thống kê 5%. Giai đoạn đất không ngập 14-21 ngày, 25-41 ngày, 45-54 ngày, 58-76 ngày, thì phần trăm N giảm. Điển hình như nghiệm thức nước ao bón NPK, phần trăm N giảm ở các giai đoạn không tưới nước, từ 14 đến 21 ngày phần trăm N giảm 0,02%, từ 25 đến 41 ngày phần trăm N giảm 0,01%, từ 45 đến 54 ngày phần trăm N giảm 0,01%, từ 58 đến 76 ngày phần trăm N giảm 0,04%. Do ở điều kiện không ngập, môi trường thoáng khí nên vi sinh vật đã phân giải các chất hữu cơ chứa nitơ thành các thành phần dễ tiêu và cây lúa hấp thu các thành phần đạm dễ tiêu này. Ngoài ra, môi trường thoáng khí cũng làm mất N qua bốc hơi.

#### 4.3.1.5 $N-NO_3^-$ (mg/kg) trong đất lúa

Trong đất, các hợp chất N mà cây có thể hấp thu được chủ yếu là  $N-NH_4^+$  và  $N-NO_3^-$ . Một phần N có thể được thủy phân từ các chất hữu cơ chứa N dưới tác động của các vi sinh vật đất cũng tạo thành  $NH_4^+$  và  $N-NO_3^-$ .  $NO_3^-$  thường gặp trong môi trường thoáng khí và khô. Ion  $NO_3^-$  ít bị keo đất hấp thu và dễ dàng bị rửa trôi khỏi đất. Các dạng  $NH_4^+$  và  $N-NO_3^-$  dễ dàng chuyển biến qua lại và động thái của chúng trong đất khá phức tạp (Ngô Ngọc Hưng, 2009).



Bảng 4.14 Diễn biến N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (mg/kg) trong đất

Giai đoạn	Ngày sau sạ	Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3	Nghiệm thức 4
Lúa mạ	10 Ngày	0,15±0,02 <sup>b</sup>	0,18±0,01 <sup>ab</sup>	0,19±0,02 <sup>a</sup>	0,18±0,01 <sup>a</sup>
	14 Ngày	0,15±0,02 <sup>b</sup>	0,19±0,01 <sup>a</sup>	0,16±0,01 <sup>b</sup>	0,18±0,01 <sup>a</sup>
Đẻ nhánh	21 Ngày	0,11±0,04 <sup>b</sup>	0,17±0,02 <sup>a</sup>	0,14±0,02 <sup>ab</sup>	0,14±0,01 <sup>ab</sup>
	25 Ngày	0,11±0,04 <sup>b</sup>	0,16±0,03 <sup>a</sup>	0,13±0,02 <sup>ab</sup>	0,13±0,01 <sup>ab</sup>
Tạo đốt thân	41 Ngày	0,10±0,03 <sup>b</sup>	0,14±0,01 <sup>a</sup>	0,11±0,02 <sup>ab</sup>	0,11±0,01 <sup>ab</sup>
	45 Ngày	0,09±0,02 <sup>b</sup>	0,13±0,01 <sup>a</sup>	0,10±0,02 <sup>b</sup>	0,09±0,01 <sup>b</sup>
Làm đòng	54 Ngày	0,08±0,02 <sup>b</sup>	0,12±0,01 <sup>a</sup>	0,09±0,02 <sup>b</sup>	0,08±0,01 <sup>b</sup>
	58 Ngày	0,07±0,01	0,11±0,01	0,08±0,01	0,07±0,01
Vào hạt	76 Ngày	0,06±0,01 <sup>b</sup>	0,08±0,01 <sup>a</sup>	0,06±0,01 <sup>b</sup>	0,06±0,01 <sup>b</sup>
	80 Ngày	0,05±0,01 <sup>b</sup>	0,08±0,01 <sup>a</sup>	0,07±0,01 <sup>b</sup>	0,06±0,01 <sup>b</sup>

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ( $p < 5\%$ ) (trung bình ± độ lệch chuẩn)

Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali

Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ở các nghiệm thức không khác biệt nhau. Nghiệm thức nước thải bón NPK, có hàm lượng cao hơn các nghiệm thức khác trong các giai đoạn sinh trưởng lúa. Ở giai đoạn tạo đốt thân ngày 45 thì N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> là 0,131 mg/kg±0,01, cao hơn các nghiệm thức nước sông bón NPK hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> là 0,09 mg/kg±0,02, nghiệm thức nước thải bón 2/3 NPK hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> là 0,1 mg/kg±0,02 và nghiệm thức nước thải bón Kali hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> là 0,094 mg/kg±0,01. Do nghiệm thức nước thải bón NPK là nghiệm thức được cung cấp đầy đủ chất dinh dưỡng nhất nên hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trong đất cao hơn các nghiệm thức khác. Các giai đoạn sinh trưởng khác của cây lúa cũng diễn ra tương tự.

Theo thời gian sinh trưởng cây lúa, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> luôn giảm trong suốt quá trình thí nghiệm. Từ giai đoạn lúa mạ cho đến giai đoạn vào hạt, thì giá trị N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> khác biệt rõ rệt nhất là ở ngày 10 và ngày 80, ở nghiệm thức nước sông bón phân NPK hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giảm 0,094 mg/kg, nghiệm thức nước ao bón NPK hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giảm 0,094 mg/kg, nghiệm thức nước ao bón 2/3 phân NPK hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giảm 0,123 mg/kg và nghiệm thức nước ao bón Kali hàm lượng N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giảm 0,173 mg/kg. Trong phạm vi nghiên cứu của đề tài thì tất cả các nghiệm thức chỉ được tưới nước ở các giai đoạn sinh trưởng, nhưng ở các thời gian khác thì không tưới thêm nước ao cá tra hay nước sông. Do lúa không thể sống ở môi trường đất khô, nên đất ở các nghiệm thức luôn được duy trì ở trạng thái mặt nước luôn bằng với mặt đất cho đến khi tưới nước mới vào, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> giảm do trong quá trình sinh trưởng lúa, đất lúa luôn ở

môi trường ngập nước, đồng thời ion  $N-NO_3^-$  ít bị keo đất hấp phụ và dễ dàng bị rửa trôi ra khỏi đất (Ngô Ngọc Hưng, 2009). Nếu đất lúa được để khô thì  $N-NO_3^-$  sẽ tăng lên. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Quốc Khương và *ctv.* (2012) cho rằng, hàm lượng  $N-NO_3^-$  trong điều kiện ngập liên tục gần như biến mất sau 15 ngày sạ lúa.

#### 4.3.1.6 $N-NH_4^+$ (mg/kg) trong đất trồng lúa

Hàm lượng  $N-NH_4^+$  là sản phẩm cuối cùng của tiến trình phân hủy yếm khí chất hữu cơ có chứa N, được chuyển hóa từ các amono acid và amino sugar, phân hủy của purines và sự thủy phân urea. Trong các đất có tính khử cao,  $NO_3^-$  bị chuyển thành  $N-NH_4^+$  qua tiến trình dị hóa bởi vi khuẩn *Clostridium*, chất hữu cơ có chứa N là nguồn chính yếu của  $N-NH_4^+$  trong đất ngập nước. N vô cơ được phóng thích số lượng lớn từ đất hữu cơ chứa N trong điều kiện ngập nước hay khử nhiều hơn ở đất ẩm và khô (Kyuma, 2004 được trích bởi Ngô Ngọc Hưng, 2009).

Bảng 4.15 Diễn biến  $N-NH_4^+$  (mg/kg) trong đất

Giai đoạn	Ngày sau sạ	Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3	Nghiệm thức 4
Lúa mạ	10 Ngày	23,54±1,42	23,95±1,38	23,40±1,68	24,05±2,08
	14 Ngày	24,24±0,98	27,55±0,67	25,31±2,58	25,78±1,23
Đẻ nhánh	21 Ngày	23,90±1,16	26,89±0,99	24,03±2,69	24,25±1,56
	25 Ngày	24,07±0,92 <sup>b</sup>	27,17±1,21 <sup>ab</sup>	24,84±2,07 <sup>ab</sup>	25,11±1,43 <sup>a</sup>
Tạo đốt thân	41 Ngày	24,87±1,51	26,12±1,19	24,13±2,76	23,52±1,17
	45 Ngày	25,60±1,59	26,62±1,21	25,14±1,85	24,59±1,14
Làm đồng	54 Ngày	24,73±0,50	25,60±1,45	24,12±2,30	23,81±1,05
	58 Ngày	24,98±0,64	26,55±1,30	25,05±1,97	24,60±1,45
Vào hạt	76 Ngày	22,49±1,34	24,37±1,25	23,64±1,59	22,31±1,04
	80 Ngày	23,10±1,31	24,89±1,18	24,54±1,42	23,18±1,66

*Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ( $p < 5\%$ ) (trung bình ± độ lệch chuẩn)*

*Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali*

Nhìn chung,  $N-NH_4^+$  của các nghiệm thức những ngày đầu khi sạ lúa đến lúc gần thu hoạch là không khác biệt. Ở nghiệm thức nước sông bón phân NPK lúa ngày 10  $N-NH_4^+$  là 23,54 mg/kg±1,42, ngày 80  $N-NH_4^+$  là 23,10 mg/kg±1,31. Nghiệm thức nước thải bón phân NPK, ngày 10  $N-NH_4^+$  là 23,95 mg/kg±1,38, ngày 80  $N-NH_4^+$  là 24,89 mg/kg±1,18. Ở nghiệm thức nước thải bón 2/3 phân NPK, ngày 10  $N-NH_4^+$  là 23,40 mg/kg±1,68, ngày 80  $N-NH_4^+$  là 24,54 mg/kg±1,42 và ở nghiệm thức nước thải bón Kali ngày 10  $N-NH_4^+$  là 24,05 mg/kg±2,08, ngày 80  $N-NH_4^+$  là 23,18 mg/kg±1,66. Do đất lúa với tính chất ngập nước, được cung cấp nước thường xuyên tạo môi trường yếm khí

làm cho quá trình khử diễn ra mạnh hơn tạo ra  $N-NH_4^+$ , nhờ vào vi sinh vật có trong đất và trong nước đã phân giải các chất hữu cơ có chứa N tạo thành N vô cơ để cung cấp cho nhu cầu dinh dưỡng của cây lúa. Hàm lượng N có trong nước tưới lúa đã bù lại lượng  $N-NH_4^+$  mất đi nên đã giúp cho đất không bị mất  $N-NH_4^+$  qua thời gian dài trồng lúa.  $N-NH_4^+$  chủ yếu được keo đất hấp thu và sẽ phóng thích  $NH_4^+$  vào dung dịch đất khi có nguồn ion trao đổi, hiện diện nhiều trong đất ngập nước (Ngô Ngọc Hưng, 2009).

#### 4.3.1.7 Lân dễ tiêu trong đất lúa

Lân dễ tiêu được vi sinh vật trong đất lúa và trong nước tưới lúa chuyển hóa từ các thành phần trong chất hữu cơ chứa gốc P. Ở giai đoạn lúa mạ thì lân dễ tiêu các nghiệm thức không có sự khác biệt. Do ở giai đoạn đầu, môi trường các nghiệm thức gần giống nhau, cây lúa còn nhỏ nên nhu cầu lân dễ tiêu thấp nên hàm lượng lân dễ tiêu trong đất không khác biệt.

Bảng 4.16 Diễn biến lân dễ tiêu trong đất

Giai đoạn	Ngày sau sạ	Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3	Nghiệm thức 4
Lúa mạ	10 Ngày	11,27±0,96	11,33±0,87	11,99±0,97	11,49±0,74
	14 Ngày	12,14±0,64	12,93±0,81	12,22±1,05	12,08±0,72
Đẻ nhánh	21 Ngày	12,12±0,34 <sup>ab</sup>	12,95±0,62 <sup>a</sup>	12,42±0,71 <sup>ab</sup>	11,37±0,55 <sup>b</sup>
	25 Ngày	11,99±0,38 <sup>ab</sup>	12,78±0,57 <sup>a</sup>	12,14±0,78 <sup>ab</sup>	11,19±0,24 <sup>b</sup>
Tạo đốt thân	41 Ngày	11,04±0,11 <sup>ab</sup>	11,75±0,64 <sup>a</sup>	10,95±0,79 <sup>ab</sup>	10,04±0,91 <sup>b</sup>
	45 Ngày	10,92±0,67 <sup>ab</sup>	12,05±0,69 <sup>a</sup>	11,45±0,62 <sup>ab</sup>	10,50±0,32 <sup>b</sup>
Làm đồng	54 Ngày	10,79±0,65 <sup>bc</sup>	11,97±0,63 <sup>a</sup>	11,70±0,16 <sup>ab</sup>	10,16±0,31 <sup>c</sup>
	58 Ngày	10,99±0,54 <sup>bc</sup>	12,06±0,60 <sup>a</sup>	11,75±0,15 <sup>ab</sup>	10,33±0,30 <sup>c</sup>
Vào hạt	76 Ngày	10,81±0,52 <sup>bc</sup>	11,84±0,64 <sup>a</sup>	11,51±0,22 <sup>bc</sup>	10,01±0,25 <sup>c</sup>
	80 Ngày	10,95±0,47 <sup>bc</sup>	11,99±0,66 <sup>a</sup>	11,66±0,23 <sup>bc</sup>	10,27±0,25 <sup>c</sup>

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ( $p < 5\%$ ) (trung bình ± độ lệch chuẩn)

Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali

Ở giai đoạn lúa đẻ nhánh, hàm lượng lân dễ tiêu có sự khác nhau. Ngày 21 trước tưới lúa hàm lượng lân dễ tiêu trong đất của nghiệm thức nước thải bón NPK là 12,95  $mgP_2O_5/kg \pm 0,62$ , nghiệm thức nước thải bón Kali hàm lượng lân dễ tiêu 11,37  $mgP_2O_5/kg \pm 0,55$ . Do 2 nghiệm thức này khác nhau về chế độ phân, nghiệm thức nước ao bón NPK thì đầy đủ dinh dưỡng, còn nghiệm thức nước ao chỉ bón kali nên hàm lượng lân dễ tiêu trong đất thấp hơn. Đối với nghiệm thức nước sông bón NPK, lân dễ tiêu trong đất là 12,12  $mgP_2O_5/kg \pm 0,34$ , nghiệm thức nước thải bón 2/3 NPK lân dễ tiêu trong đất là 12,42  $mgP_2O_5/kg \pm 0,71$  không khác biệt nhau. Nghiệm thức nước thải bón Kali, hàm lượng lân dễ tiêu trong đất thấp nhất do cây lúa sử dụng nguồn dinh

duỡng chính là nước ao cá tra tưới vào và từ trong đất không bón thêm đạm, lân. Ở từng nghiệm thức với các giai đoạn khác nhau, hàm lượng lân dễ tiêu trong đất cũng diễn biến tương tự. Giai đoạn lúa đẻ nhánh 25 ngày thì không có sự khác biệt thống kê về lân dễ tiêu. Các nghiệm thức nước sông bón NPK lân dễ tiêu trong đất là  $11,99 \text{ mgP}_2\text{O}_5/\text{kg} \pm 0,38$ , nghiệm thức nước thải bón NPK lân dễ tiêu trong đất là  $12,78 \text{ mgP}_2\text{O}_5/\text{kg} \pm 0,57$ , nghiệm thức nước thải bón 2/3 NPK lân dễ tiêu trong đất là  $12,14 \text{ mgP}_2\text{O}_5/\text{kg} \pm 0,78$ . Các nghiệm thức cùng được bón phân NPK nên lượng lân dễ tiêu trong đất cũng gần tương đương nhau, các giai đoạn khác lân dễ tiêu trong đất cũng tương tự.

Do lúa hấp thu lân dễ tiêu cho quá trình sinh trưởng và phát triển, qua quá trình tưới lúa bằng nước sông cũng như là nước ao cá tra, cùng với bón phân hóa học, hàm lượng lân dễ tiêu trong đất không bị giảm đi trong quá trình trồng lúa. Riêng ở nghiệm thức nước thải bón Kali, chỉ tưới bằng nước ao cá tra không bón thêm lân, chính vì thế hàm lượng lân dễ tiêu trong đất ở nghiệm thức này giảm, ở giai đoạn lúa mạ 10 ngày là ( $11,49 \text{ mgP}_2\text{O}_5/\text{kg} \pm 0,74$ ) và giai đoạn vào hạt ngày 80 là ( $10,27 \text{ mgP}_2\text{O}_5/\text{kg} \pm 0,25$ ) có sự khác biệt có ý nghĩa, lượng lân dễ tiêu giảm là  $1,22 \text{ mgP}_2\text{O}_5/\text{kg}$ . Điều này chứng minh rằng lượng lân trong nước ao cá tra không đủ để trả lại cho đất lượng lân dễ tiêu mà lúa đã sử dụng.

Bảng 4.17 Tính chất vật lý, hóa học trung bình của đất trồng lúa

Giá trị	Đất trước thí nghiệm	Đất giai đoạn vào hạt (80 ngày)			
		Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2	Nghiệm thức 3	Nghiệm thức 4
pH	$4,85 \pm 0,01^a$	$4,55 \pm 0,08^b$	$4,63 \pm 0,06^b$	$4,67 \pm 0,04^{ab}$	$4,82 \pm 0,19^a$
EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	$679 \pm 2,65^a$	$403 \pm 17^c$	$420 \pm 27^{bc}$	$431 \pm 12^{bc}$	$440 \pm 19^b$
CHC (%)	$6,37 \pm 0,04^{abc}$	$6,13 \pm 0,11^c$	$6,73 \pm 0,06^a$	$6,55 \pm 0,28^{ab}$	$6,33 \pm 0,29^{bc}$
N tổng (%)	$0,30 \pm 0,02$	$0,28 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,02$	$0,31 \pm 0,01$	$0,30 \pm 0,01$
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/kg)	$23,74 \pm 0,09$	$23,10 \pm 1,31$	$24,89 \pm 1,18$	$24,54 \pm 1,42$	$23,18 \pm 1,66$
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/kg)	$0,17 \pm 0,01^a$	$0,05 \pm 0,01^c$	$0,08 \pm 0,01^b$	$0,07 \pm 0,01^c$	$0,06 \pm 0,01^c$
P tổng (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	$0,06 \pm 0,00^{bc}$	$0,05 \pm 0,00^d$	$0,07 \pm 0,00^a$	$0,06 \pm 0,00^{ab}$	$0,05 \pm 0,00^{cd}$
Lân dễ tiêu (mgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /kg)	$11,52 \pm 0,09^{ab}$	$10,95 \pm 0,47^{bc}$	$11,99 \pm 0,66^a$	$11,66 \pm 0,23^{ab}$	$10,27 \pm 0,25^c$

Ghi chú: Trong cùng 1 hàng ở các nghiệm thức, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c-d) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê ( $p < 5\%$ ) (trung bình  $\pm$  độ lệch chuẩn)

Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali

Kết quả thống kê cho thấy, giá trị N tổng và N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> không có sự khác biệt thống kê ( $p < 0,05$ ) giữa đất trước và sau thí nghiệm. Giá trị pH có sự khác biệt giữa đất trước và sau thí nghiệm nhưng vẫn  $< 0,5$  được đánh giá là thấp. Giá trị EC sau thí nghiệm thấp hơn so với đất trước thí nghiệm và có sự khác biệt ý nghĩa thống kê ( $p < 0,05$ ), tuy nhiên vẫn nằm trong khoảng không ảnh hưởng đến cây trồng. Chất hữu cơ và lân tổng số trong đất trước và sau thí nghiệm có sự khác biệt ý nghĩa thống kê nhưng vẫn nằm trong khoảng đánh giá là trung bình. Theo nghiên cứu sử dụng nước ao ương cá trê và cá tra để tưới cho ruộng lúa của Cao Van Phung *et al.* (2010), chất lượng đất trước và

sau khi canh tác không có sự chênh lệch đáng kể. Theo nghiên cứu của Lưu Văn Lợi (2011) tuy không chỉ rõ các chỉ tiêu dinh dưỡng trong đất khi cho nước ao ương nuôi cá Trê giống qua hệ thống đất ngập nước; nhưng khẳng định rằng có lớp trầm tích tích tụ trên bề mặt lớp đất trồng cây thủy sinh và lớp vật liệu lọc. Kết quả nghiên cứu của đề tài cho thấy, khi sử dụng mô hình tưới lúa bằng nước thải ao thâm canh cá tra, chỉ tiêu dinh dưỡng trong đất sau thí nghiệm không thay đổi so với tính chất đất trước thí nghiệm (Bảng 4.17).

#### 4.3.2 Khả năng làm giảm ô nhiễm nước thải ao cá tra của ruộng lúa trong vụ lúa Hè Thu 2013

Nghiên cứu được thực hiện qua bố trí thí nghiệm ngoài đồng nhằm đánh giá khả năng giữ chất ô nhiễm của đất lúa và hấp thụ đạm lân của cây lúa.

##### 4.3.2.1 pH của nước thải sau khi qua ruộng lúa

Giá trị pH của nước sau khi đi qua ruộng lúa có khuynh hướng giảm dần, dao động từ  $4,11 \pm 0,04$  đến  $5,18 \pm 0,73$ . So với QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột B1 thì giá trị pH đều ra ở các nghiệm thức đã số thấp hơn quy chuẩn.

Bảng 4.18 Giá trị pH trong nước thải ao cá tra sau khi qua ruộng lúa

Thời điểm	Nước thải ao cá tra	Giá trị pH			QCVN 08- MT:2015/BT NMT (cột B1)
		NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K	
Cây mạ	$7,35 \pm 0,07^a$	$4,96 \pm 0,48^b$	$4,82 \pm 0,68^b$	$4,57 \pm 0,54^b$	
Đẻ nhánh	$7,38 \pm 0,17^a$	$5,02 \pm 0,13^b$	$4,99 \pm 0,16^b$	$4,96 \pm 0,11^b$	
Tạo đọt	$7,75 \pm 0,06^a$	$5,18 \pm 0,73^b$	$4,92 \pm 0,31^b$	$5,16 \pm 0,73^b$	5,5 - 9
Làm đòng	$7,16 \pm 0,19^a$	$4,80 \pm 0,30^b$	$4,39 \pm 0,31^{bc}$	$4,15 \pm 0,41^c$	
Vào hạt	$6,67 \pm 0,28^a$	$4,28 \pm 0,10^{bc}$	$4,47 \pm 0,05^b$	$4,11 \pm 0,04^c$	

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Có sự chênh lệch pH giữa nước trước và sau khi đi qua ruộng lúa theo xu hướng giảm với sự khác biệt thống kê (5%) giữa nước trước tưới và sau thời gian lưu 4 ngày. pH giảm có thể là do các vi khuẩn hiếu khí bám trên bề mặt rễ cây lúa sử dụng oxy để phân hủy các hợp chất hữu cơ tạo ra các ion ít ô nhiễm và đặc biệt là tạo ra khí CO<sub>2</sub> (Brix Hans, 2003). Bảng 4.18 cho thấy, giá trị pH tăng từ giai đoạn cây mạ đến giai đoạn tạo đọt. Kết quả nghiên cứu của Ngô Ngọc Hưng và ctv. (2004), pH của nước ruộng thường tăng cao, sau khi bón đạm ở giai đoạn cây lúa 10 và 20 ngày sau khi sạ lúa. Từ giai đoạn tạo đọt đến giai đoạn vào hạt, pH có xu hướng giảm. Nguyên nhân có thể là do cây

lúa hấp thu các dưỡng chất dưới dạng cation, rễ cây phải tiết ra các ion H<sup>+</sup> để trao đổi với môi trường xung quanh. Ion H<sup>+</sup> tích lũy dần trong vùng rễ, làm cho pH đất giảm dần, điều này góp phần làm giảm pH trong nước thải (Ngô Ngọc Hưng và *ctv.*, 2004). Ngô Thị Đào và Vũ Hữu Yêm (2005) cũng cho rằng các ion H<sup>+</sup> do rễ cây tiết ra trao đổi với Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> điều này góp phần làm giảm pH trong nước. Chính vì thế, đã làm cho pH của nước giảm xuống sau khi đi qua ruộng lúa.

#### 4.3.2.2 DO (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa

DO trong nước sau khi đi qua ruộng lúa dao động từ 3,11 mg/L±0,79 đến 4,10 mg/L±0,50. Nhìn chung, DO có xu hướng giảm sau khi nước thải ao cá tra đi qua ruộng lúa nhưng giảm không đáng kể. Chênh lệch này không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa nước trước và sau tưới. So với QCVN 08-MT:2015/BNTMT cột B1 thì nồng độ DO sau tưới đều thấp hơn quy chuẩn.

Bảng 4.19 Nồng độ DO trong nước thải ao cá tra sau khi đi qua ruộng lúa

Thời điểm	DO (mg/L)				QCVN 08-MT:2015/BT NMT (cột 1)
	Nước thải ao cá tra	NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K	
Cây mạ	3,72±0,21	3,11±0,79	3,13±0,71	3,27±0,14	
Đẻ nhánh	3,77±0,12	3,53±0,36	3,70±0,10	3,71±0,13	
Tạo đọt	4,22±0,13 <sup>a</sup>	3,49±0,43 <sup>ab</sup>	3,74±0,34 <sup>b</sup>	3,51±0,30 <sup>b</sup>	≥ 4
Làm đòng	4,28±0,37	3,85±0,38	4,10±0,50	3,64±0,50	
Vào hạt	4,12±0,49	3,58±0,61	3,88±0,49	3,75±0,19	

*Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).*

Nguyên nhân của sự giảm nhẹ DO có thể là do các vi khuẩn hiếu ít sử dụng oxy để phân hủy các chất hữu cơ. Bên cạnh đó, sự quang hợp của tảo cũng như sự khuếch tán của oxy vào môi trường nước cũng ít do sự che phủ bề mặt của cây lúa (Brix Hans, 2003) mà quá trình hô hấp vào ban đêm của cây không bù lại kịp.

#### 4.3.2.3 Độ đục (đơn vị: NTU) của nước thải sau khi qua ruộng lúa

Dao động độ đục trong nước ở điều kiện được tưới bằng nước ao cá tra dao động từ 25,2 NTU±4,1 đến 44,3 NTU±3,3.

Nhìn chung, độ đục có khuynh hướng giảm nhẹ và nguyên nhân của điều này là do các chất rắn lơ lửng bị loại bỏ nhờ quá trình lắng tụ khi đi vào vùng nước tương đối tĩnh lặng của đất ngập nước (Lê Anh Tuấn và *ctv.*, 2009).

Đồng thời, theo Brix Hans (2003), một phần các hợp chất hữu cơ đã bị vi khuẩn hiếu khí phân hủy và cây lúa sử dụng phục vụ cho nhu cầu sinh trưởng và tăng trưởng nên cũng là nguyên nhân làm giảm độ đục. Có sự khác biệt thống kê (5%) giữa nước trước và sau tưới.

Bảng 4.20 Độ đục trong nước thải ao nuôi cá tra sau khi đi qua ruộng lúa

Thời điểm	Độ đục (NTU)			
	Nước thải cá tra	NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K
Cây mạ	34,7±0,7	37,6±2,1	36,6±10,0	34,7±13,1
Đẻ nhánh	65,9±4,3 <sup>a</sup>	44,1±5,0 <sup>b</sup>	43,6±4,2 <sup>b</sup>	44,3±3,3 <sup>b</sup>
Tạo đót	51,7±2,5 <sup>a</sup>	29,9±3,3 <sup>b</sup>	37,9±4,4 <sup>b</sup>	25,2±4,1 <sup>b</sup>
Làm đòng	50,0±3,6 <sup>a</sup>	43,7±2,6 <sup>b</sup>	40,1±2,7 <sup>b</sup>	38,0±3,6 <sup>b</sup>
Vào hạt	59,5±0,4 <sup>a</sup>	26,4±4,5 <sup>b</sup>	29,8±2,0 <sup>b</sup>	28,3±3,4 <sup>b</sup>

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Ở thời điểm cây mạ, độ đục lại có xu hướng tăng khi nước thải ao cá tra đi qua ruộng lúa. Nguyên nhân của hiện tượng này có thể tại thời điểm thu mẫu có gió nhiều làm dao động mặt nước ảnh hưởng đến độ đục trong nước. Tuy có tăng nhưng mức tăng này không tạo nên sự khác biệt thống kê giữa nước trước và sau khi đi qua ruộng lúa tại thời điểm cây mạ.

#### 4.3.2.4 Độ dẫn điện EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) của nước thải sau khi qua ruộng lúa

Giá trị EC tăng cao sau khi nước thải ao cá tra đi qua các điều kiện thí nghiệm trong tất cả các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa. Các điều kiện tưới bằng nước thải có EC trong nước trên ruộng sau thời gian lưu 4 ngày dao động từ 1,025  $\mu\text{S}/\text{cm}\pm 77$  đến 2,278  $\mu\text{S}/\text{cm}\pm 292$ .

Sự chênh lệch này là sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (5%) giữa nước trước và sau tưới dù có bón bổ sung đầy đủ phân hóa học theo quy trình canh tác của nông dân hay không. Sự gia tăng của EC có thể là do: nước bốc hơi làm tăng nồng độ các ion trong nước, các vi sinh vật thực hiện các quá trình oxy hóa, nitrat hóa, vô cơ hóa, chuyển hóa các hợp chất hữu cơ cao phân tử trong nước thải ao cá tra thành các chất vô cơ hòa tan (Brix Hans, 2003). Quá trình này làm EC tăng cao.

Bảng 4.21 Độ dẫn điện EC trong nước thải ao nuôi cá tra sau khi đi qua ruộng lúa

Thời điểm	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )			
	Nước thải ao cá tra	NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K
Cây mạ	496 $\pm$ 36 <sup>b</sup>	2.042 $\pm$ 287 <sup>a</sup>	1.986 $\pm$ 145 <sup>a</sup>	2.278 $\pm$ 292 <sup>a</sup>
Đẻ nhánh	517 $\pm$ 6 <sup>c</sup>	1.106,7 $\pm$ 29 <sup>b</sup>	1.064 $\pm$ 8 <sup>b</sup>	1.714 $\pm$ 53 <sup>a</sup>
Tạo đọt	535 $\pm$ 8 <sup>b</sup>	1.628 $\pm$ 198 <sup>a</sup>	1.714 $\pm$ 114 <sup>a</sup>	1.600 $\pm$ 191 <sup>a</sup>
Làm đòng	623 $\pm$ 27 <sup>b</sup>	1.346 $\pm$ 133 <sup>a</sup>	1.291 $\pm$ 2 <sup>a</sup>	1.315 $\pm$ 9 <sup>a</sup>
Vào hạt	629 $\pm$ 18 <sup>c</sup>	1.364 $\pm$ 139 <sup>a</sup>	1.246 $\pm$ 137 <sup>a</sup>	1.025 $\pm$ 77 <sup>b</sup>

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

#### 4.3.2.5 COD (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa

Giá trị COD trong nước giảm rõ rệt và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (5%) giữa nước trước và sau khi đi qua các điều kiện thí nghiệm. Các nghiệm thức tưới bằng nước thải có COD trong nước sau thời gian lưu 4 ngày, dao động thấp nhất là 18,9 mg/L $\pm$ 0,2 ở điều kiện chỉ bón phân Kali và cao nhất là 39,8 mg/L $\pm$ 4,5 khi bón đầy đủ lượng phân hóa học NPK. So với QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột B1, đa số hàm lượng COD đầu ra đều thấp hơn quy chuẩn cho phép, chủ yếu là ở giai đoạn cây mạ, đẻ nhánh và tạo đọt. Trong giai đoạn vào hạt, nước thải đầu ra cao hơn so với quy chuẩn.

Hàm lượng COD trong nước với thời gian lưu 4 ngày có xu hướng giảm. Có thể là do các vi sinh vật có trong ruộng lúa đã phân hủy các hợp chất hữu cơ cao phân tử ô nhiễm thành các dạng ion hòa tan ít ô nhiễm hơn (Brix Hans, 2003). Bên cạnh đó, COD giảm đi một phần do các chất lơ lửng tự lắng khi đi vào của đất ngập nước (Lê Anh Tuấn và *ctv.*, 2009), mặt khác điều này còn do cây lúa sử dụng chất ô nhiễm trong nước như chất dinh dưỡng để phục vụ cho nhu cầu tăng trưởng và sinh trưởng dẫn đến kết quả COD giảm (Lê Hoàng Việt, 2002). Ngoài ra bộ rễ của lúa tham gia vào vai trò hấp phụ chất rắn lơ lửng, đồng thời có vai trò là giá bám và cung cấp oxy hỗ trợ cho các vi sinh vật phân hủy hiếu khí các hợp chất hữu cơ góp phần làm giảm độ đục và nồng độ COD trong nước thải (Luu Văn Lợi, 2011).



Bảng 4.22 Hàm lượng COD trong nước thải ao nuôi cá tra sau khi đi qua ruộng lúa

Thời điểm	COD (mg/L)				QCVN 08- MT:2015/ BTNMT (cột B1)
	Nước thải ao cá tra	NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K	
Cây mạ	45,3±4,6 <sup>a</sup>	27,4±4,1 <sup>b</sup>	26,6±4,5 <sup>b</sup>	27,3±2,9 <sup>b</sup>	
Đẻ nhánh	53,3±0,0 <sup>a</sup>	27,5±0,6 <sup>b</sup>	23,5±0,4 <sup>c</sup>	18,9±0,2 <sup>d</sup>	
Tạo đót	65,2±5,1 <sup>a</sup>	33,8±2,8 <sup>b</sup>	27,7±1,8 <sup>c</sup>	22,2±1,8 <sup>c</sup>	30
Làm đòng	78,6±5,0 <sup>a</sup>	39,8±4,5 <sup>b</sup>	34,0±3,9 <sup>bc</sup>	29,2±3,5 <sup>c</sup>	
Vào hạt	82,6±0,7 <sup>a</sup>	36,2±0,7 <sup>b</sup>	33,2±0,7 <sup>c</sup>	32,6±0,7 <sup>c</sup>	

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Có sự khác biệt thống kê giữa nước thải ao cá tra trước và sau khi đi qua ruộng lúa cũng như sự khác biệt thống kê giữa các điều kiện bón phân khác nhau. Điều này cho thấy sự đáp ứng khác nhau của cây lúa ở điều kiện tưới bằng nước ao và bón bổ sung phân hóa học. Bảng 4.22 cho thấy rằng hàm lượng COD trong nước sau khi đi qua ruộng lúa có xu hướng cao theo thời gian tăng trưởng. Điều này không có nghĩa cây lúa càng lớn khả năng làm giảm ô nhiễm của ruộng lúa càng thấp. Ở điều kiện bón phân NPK có chênh lệch nồng độ COD giữa nước trước và sau khi đi qua ruộng lúa tăng từ 17,9 mg/L ở giai đoạn cây mạ đến 46,3 mg/L ở giai đoạn lúa vào hạt; ở điều kiện bón 2/3 phân NPK là 18,8 mg/L đến 49,4 mg/L và từ 18 mg/L đến 50 mg/L ở điều kiện chỉ bón Kali. Chênh lệch về nồng độ COD giữa nước trước và sau khi đi qua ruộng lúa cho thấy, cây lúa càng lớn thì khả năng làm giảm ô nhiễm nước thải ao cá tra của ruộng lúa càng cao.

#### 4.3.2.6 TKN (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa

Tương tự như trường hợp COD, khi đi qua các điều kiện tưới nước thải và phân bón hóa học được bổ sung khác nhau, giá trị TKN giảm rõ rệt giữa nước trước tưới và nước sau thời gian lưu 4 ngày.

Ở các điều kiện tưới bằng nước ao cá tra, giá trị TKN trong nước sau khi đi qua ruộng lúa dao động thấp nhất là 1,49 mg/L±0,32 đối với điều kiện chỉ bón bổ sung phân kali và cao nhất là 5,55 mg/L±0,32 đối với điều kiện bón NPK. Các kết quả này có sự khác biệt ý nghĩa thống kê (5%) giữa nước trước và sau khi đi qua ruộng lúa đối với nồng độ TKN.

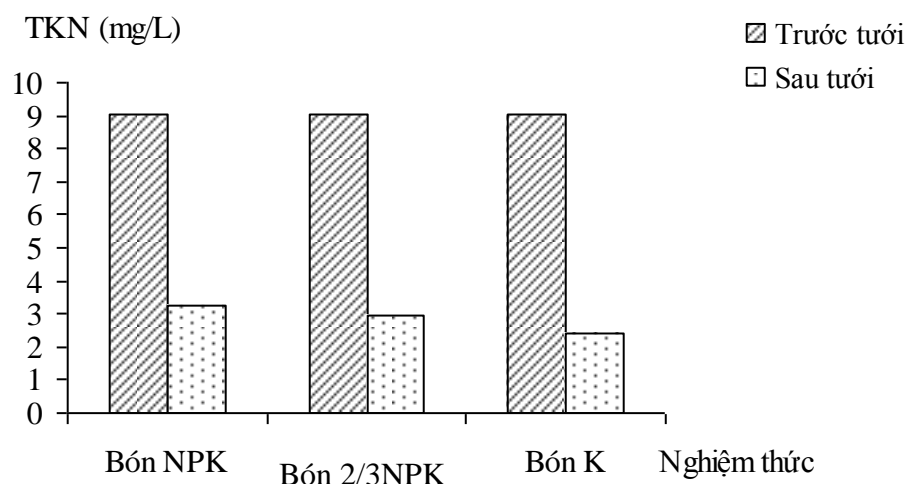
Bảng 4.23 Hàm lượng TKN trong nước thải ao nuôi cá tra sau khi đi qua ruộng lúa

Thời điểm	TKN (mg/L)			
	Nước thải ao cá tra	NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K
Cây mạ	8,59±0,32 <sup>a</sup>	5,55±0,32 <sup>b</sup>	5,51±0,25 <sup>b</sup>	5,39±0,16 <sup>b</sup>
Đẻ nhánh	8,96±0,00 <sup>a</sup>	4,11±0,32 <sup>b</sup>	3,55±0,32 <sup>c</sup>	2,05±0,32 <sup>d</sup>
Tạo đót	9,33±0,32 <sup>a</sup>	2,61±0,32 <sup>b</sup>	2,05±0,32 <sup>bc</sup>	1,49±0,32 <sup>c</sup>
Làm đòng	9,08±0,29 <sup>a</sup>	2,06±0,08 <sup>b</sup>	1,83±0,19 <sup>bc</sup>	1,62±0,26 <sup>c</sup>
Vào hạt	9,11±0,11 <sup>a</sup>	2,06±0,16 <sup>b</sup>	1,71±0,24 <sup>bc</sup>	1,59±0,24 <sup>c</sup>

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c-d) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Sự khác biệt này cho thấy rằng khi nước thải đi qua ruộng lúa, một phần chất hữu cơ đã được các vi sinh vật hiếu khí phân hủy để tổng hợp nên tế bào vi khuẩn mới (Lê Hoàng Việt, 2002). Đồng thời, một phần đạm hữu cơ cũng đã được các vi khuẩn phân hủy thành các dạng ion hòa tan và được cây lúa hấp thu (Luu Văn Lợi, 2011). Bên cạnh đó, một phần nitơ hữu cơ đã được chuyển hóa thành nitơ tự do sau khi trải qua các cơ chế: đồng hóa và nitrat hóa - khử nitrat (Lê Hoàng Việt, 2002; Trần Hiếu Nhuệ, 2001). Điều này chứng tỏ khi sử dụng nước thải ao cá tra để canh tác lúa mà chỉ bón bổ sung phân Kali theo quy trình canh tác của nông dân thì một phần các chất ô nhiễm trong nước ao cá tra được cây lúa sẽ sử dụng như phân bón để phục vụ cho nhu cầu dinh dưỡng.

Sự chênh lệch lớn về khả năng làm giảm nồng độ TKN giữa điều kiện tưới bằng nước sông với các điều kiện tưới bằng nước thải thể hiện qua sự phát triển của cây lúa khác nhau. Do sự khác nhau về thành phần nước cung cấp cho ruộng lúa nên đã ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ dinh dưỡng của cây lúa. Đặc tính của nước tưới ảnh hưởng đến khả năng thích nghi, sống và phát triển của các loài cây (Lê Nhật Quang, 2008; Hồ Huy Thông, 2007; Hồ Liên Huệ, 2006 được trích bởi Châu Minh Khôi và *ctv.*, 2012). Ở điều kiện bón NPK cây lúa cao, xanh và to hơn so với điều kiện chỉ bón bổ sung Kali, cây lúa thấp, bụi nhỏ và có màu vàng nhạt.



Hình 4.1 Trung bình nồng độ TKN trong nước thải ao cá tra sau khi tưới lúa

Khi được bón bổ sung phân hóa học, cây lúa sẽ sử dụng nguồn dinh dưỡng này để sinh trưởng. Vì thế, ở nghiệm thức không được bón bổ sung DAP và urê, cây lúa đã sử dụng nguồn dinh dưỡng từ nước thải ao cá tra tưới vào, dẫn đến kết quả nồng độ TKN trong nước sau khi đi qua ruộng lúa thấp nhất ở nghiệm thức chỉ bón bổ sung phân Kali.

#### 4.3.2.7 $NH_4^+$ (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa

$NH_4^+$  trong nước sau khi đi qua ruộng lúa có xu hướng giảm đi rõ rệt ở tất cả các nghiệm thức. Đồng thời sự giảm này tạo nên sự khác biệt có ý nghĩa thống kê (5%) giữa nước trước và sau tưới. So với QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột B1 thì hàm lượng  $NH_4^+$  ở giai đoạn cây mạ cao hơn quy chuẩn. Tuy nhiên, hàm lượng  $NH_4^+$  đạt quy chuẩn cho phép trong giai đoạn làm đòng và vào hạt.

Theo Châu Minh Khôi và *ctv.* (2012) thì sự giảm giá trị  $NH_4^+$  trong nước có thể là do một trong những nguyên nhân sau đây: các acid amin đơn giản có thể được hấp thu trực tiếp bởi rễ cây, do cây trồng tiết ra một số enzyme đặc hiệu để phân cắt các hợp chất hữu cơ thành các hợp chất đơn giản cây trồng có thể hấp thu được, và cộng đồng vi sinh vật sống trong vùng rễ cây lúa có khả năng khoáng hóa các hợp chất hữu cơ để cung cấp dinh dưỡng khoáng cho cây trồng. Theo Lê Hoàng Việt (2002), quá trình nitrate hóa sẽ chuyển hóa các hợp chất amon thành nitrat nhờ vào sự hoạt động của vi khuẩn nitrosomonas và nitrobacter. Chính vì thế, sau khi đi qua ruộng lúa, nồng độ  $NH_4^+$  bị giảm đi.

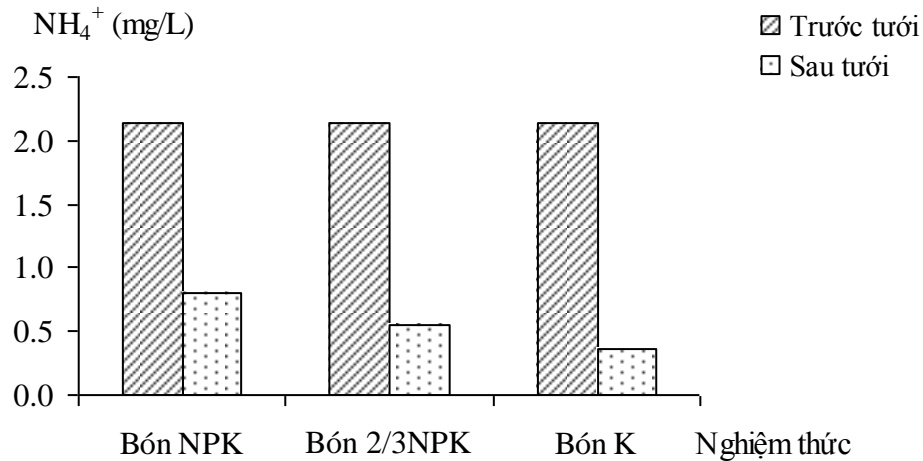
Bảng 4.24 Hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  trong nước thải trước và sau khi đi qua ruộng lúa

Thời điểm	$\text{NH}_4^+$ (mg/L)				QCVN 08- MT:2015 /BTNMT (cột B1)
	Nước thải ao cá tra	NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K	
Cây mạ	1,21±0,16 <sup>a</sup>	0,90±0,11 <sup>b</sup>	0,84±0,09 <sup>b</sup>	0,73±0,10 <sup>b</sup>	
Đẻ nhánh	1,77±0,16 <sup>a</sup>	0,93±0,16 <sup>b</sup>	0,56±0,00 <sup>c</sup>	0,37±0,16 <sup>c</sup>	
Tạo đọt	2,52±0,00 <sup>a</sup>	1,31±0,16 <sup>b</sup>	0,65±0,16 <sup>c</sup>	0,37±0,16 <sup>d</sup>	0,5
Làm đòng	2,52±0,16 <sup>a</sup>	0,52±0,05 <sup>b</sup>	0,34±0,12 <sup>bc</sup>	0,16±0,08 <sup>c</sup>	
Vào hạt	2,67±0,18 <sup>a</sup>	0,33±0,05 <sup>b</sup>	0,33±0,00 <sup>b</sup>	0,20±0,02 <sup>b</sup>	

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c-d) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Trung bình nồng độ  $\text{NH}_4^+$  trong nước sông là 1,97 mg/L và trong nước thải ao cá tra là 2,14 mg/L. Sau khi đi qua các điều kiện nước tưới và lượng phân hóa học bón bổ sung khác nhau thì hàm lượng  $\text{NH}_4^+$  được xử lý lần lượt là 1,02 mg/L đối với điều kiện tưới bằng nước sông và bón NPK; 1,34 mg/L đối với điều kiện tưới bằng nước thải và bón NPK; 1,60 mg/L đối với điều kiện tưới bằng nước thải và bón 2/3 NPK và 1,77 mg/L đối với điều kiện tưới bằng nước thải và chỉ bón bổ sung phân Kali.

Ở các điều kiện nước tưới do sự khác nhau về thành phần hóa học nên đã ảnh hưởng đến khả năng tăng trưởng cũng như sự hấp thụ dinh dưỡng của cây lúa (Lê Nhật Quang, 2008; Hồ Huy Thông, 2007; Hồ Liên Huê, 2006 được trích bởi Châu Minh Khôi và *ctv.*, 2012). Do đó, có sự chênh lệch về khả năng làm giảm nồng độ  $\text{NH}_4^+$  giữa nghiệm thức tưới bằng nước sông với các nghiệm thức tưới bằng nước thải. Bón thêm phân NPK đồng nghĩa với việc cung cấp dinh dưỡng cho cây lúa, khi đó cây lúa sẽ sử dụng nguồn dinh dưỡng này để sinh trưởng bên cạnh nguồn dinh dưỡng từ nước thải ao cá tra. Ở điều kiện chỉ bón bổ sung phân Kali, ngoài dinh dưỡng có sẵn trong đất cây lúa tận dụng nguồn dinh dưỡng từ nước thải mà không được cung cấp thêm nguồn phân bón nào khác. Điều này cho thấy việc hấp thụ  $\text{NH}_4^+$  sẽ khác nhau khi được tưới cùng một nguồn nước nhưng chế độ bón phân khác nhau.



Hình 4.2 Trung bình nồng độ  $\text{NH}_4^+$  trong nước thải ao cá tra sau tưới lúa

Nồng độ  $\text{NH}_4^+$  trong nước sau khi đi qua ruộng lúa có xu hướng thấp ở điều kiện ít phân hóa học bón bổ sung vào (Hình 4.2). Trong các điều kiện được tưới bằng nước thải, nghiệm thức chỉ bón bổ sung phân Kali có khả năng lớn nhất trong việc làm giảm nồng độ  $\text{NH}_4^+$ . Bên cạnh đó, có sự khác biệt rõ rệt nhất về nồng độ  $\text{NH}_4^+$  trong nước sau khi đi qua ruộng lúa theo thời gian so với các điều kiện bón phân còn lại.

#### 4.3.2.8 $\text{NO}_3^-$ (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa

Qua các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa, ở tất cả các điều kiện thí nghiệm đều có sự suy giảm rõ rệt về nồng độ  $\text{NO}_3^-$  trong nước sau khi đi qua ruộng lúa (Bảng 4.25). Sự giảm nồng độ  $\text{NO}_3^-$  trong ở tất cả các điều kiện thí nghiệm có thể được lý giải bởi  $\text{NO}_3^-$  là ion hòa tan rất dễ được hấp thụ bởi cây lúa (Nguyễn Thị Kim Thái và Lê Thị Hiền Thảo, 2003) nên sau khi quá trình nitrate hóa hoàn thành, mặc dù nồng độ  $\text{NO}_3^-$  cao nhưng do cây lúa gia tăng khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng theo tuổi lúa làm cho nồng độ của  $\text{NO}_3^-$  bị giảm xuống (Brix Hans, 2003; Lê Hoàng Việt, 2002; Trần Hiếu Nhuệ, 2001; Châu Minh Khôi và *ctv.*, 2012). So với QCVN 08-MT:2015/BTNMT cột B1 thì nước thải ao nuôi cá tra và nước thải sau khi qua ruộng lúa đều thấp hơn quy chuẩn.

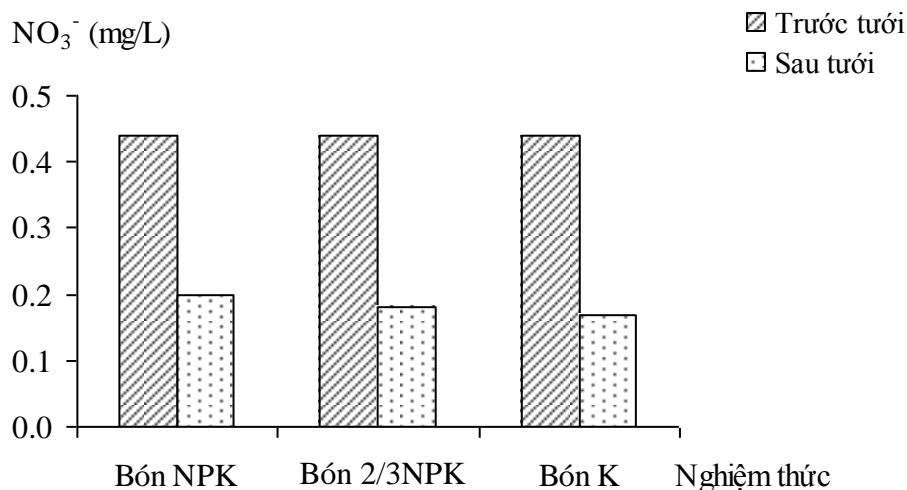
Bảng 4.25 Giá trị  $\text{NO}_3^-$  trong nước thải ao cá tra sau khi đi qua ruộng lúa

Thời điểm	Giá trị $\text{NO}_3^-$ (mg/L)				QCVN 08-MT:2015/ BTNMT (cột B1)
	Nước thải ao cá tra	NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K	
Cây mạ	0,42±0,04 <sup>a</sup>	0,28±0,03 <sup>b</sup>	0,26±0,02 <sup>b</sup>	0,28±0,03 <sup>b</sup>	
Đẻ nhánh	0,44±0,01 <sup>a</sup>	0,14±0,01 <sup>b</sup>	0,12±0,01 <sup>bc</sup>	0,11±0,01 <sup>c</sup>	
Tạo đốt	0,41±0,02 <sup>a</sup>	0,14±0,02 <sup>b</sup>	0,11±0,02 <sup>bc</sup>	0,09±0,02 <sup>c</sup>	10
Làm đòng	0,46±0,03 <sup>a</sup>	0,15±0,04 <sup>b</sup>	0,14±0,03 <sup>b</sup>	0,11±0,02 <sup>b</sup>	
Vào hạt	0,45±0,01 <sup>a</sup>	0,29±0,02 <sup>b</sup>	0,27±0,00 <sup>bc</sup>	0,26±0,01 <sup>c</sup>	

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Nitrate là một trong những dạng đạm ít độc với thủy sinh vật trừ khi hấp thụ quá nhiều. Theo thời gian sinh trưởng của cây lúa, hàm lượng  $\text{NO}_3^-$  trong nước sau thời gian lưu có xu hướng tăng giảm không ổn định. Điều này có thể do sự có mặt của nitrate trong môi trường nước cũng là điều không mong muốn vì khả năng chuyển hóa thành nitrite (Nguyễn Thị Kim Thái và Lê Thị Hiền Thảo, 2003). Theo Boyd *et al.*, (1979), trong môi trường yếm khí với sự có mặt của các hydrat carbon sẽ xảy ra quá trình phản nitrate hoá nhờ các vi sinh vật kỵ khí, chúng tiến hành oxy hoá các hợp chất hữu cơ bằng con đường khử hydro. Theo Lê Văn Khoa (2002),  $\text{NO}_3^-$  ở trạng thái hòa tan sẽ thấm lọc qua tầng đất, phân bón chứa nitơ sử dụng trong nông nghiệp theo thời gian cũng sẽ xâm nhập vào nước sông, hồ, nước ngầm. Vùng đồng bằng sông Cửu Long là vùng đất nông nghiệp nên lượng phân bón mà người dân sử dụng đã tích tụ lâu ngày và sẽ thấm vào đất. Tuy nhiên, nhiệt độ tương đối cao nên lượng đạm này đã bị sinh vật hấp thụ và vi sinh vật phân hủy cũng như bị bay hơi trong quá trình chuyển hóa.

Ở điều kiện tưới bằng nước sông, hiệu quả làm giảm nồng độ  $\text{NO}_3^-$  thấp hơn so với các điều kiện được tưới bằng nước thải. Có sự khác nhau về nồng độ  $\text{NO}_3^-$  trong nước sau khi đi qua ruộng lúa ở các điều kiện qua các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa. Tương tự, hàm lượng  $\text{NH}_4^+$ , sự khác biệt này là do sự phát triển của cây lúa ở các điều kiện khác nhau, sự khác nhau về thành phần nước tưới và chế độ bón phân ảnh hưởng đến khả năng tăng trưởng cũng như sự hấp thụ dinh dưỡng của cây lúa.



Hình 4.3 Trung bình nồng độ NO<sub>3</sub><sup>-</sup> trong nước thải ao cá tra sau khi tưới lúa

#### 4.3.2.9 TP (mg/L) của nước thải sau khi qua ruộng lúa

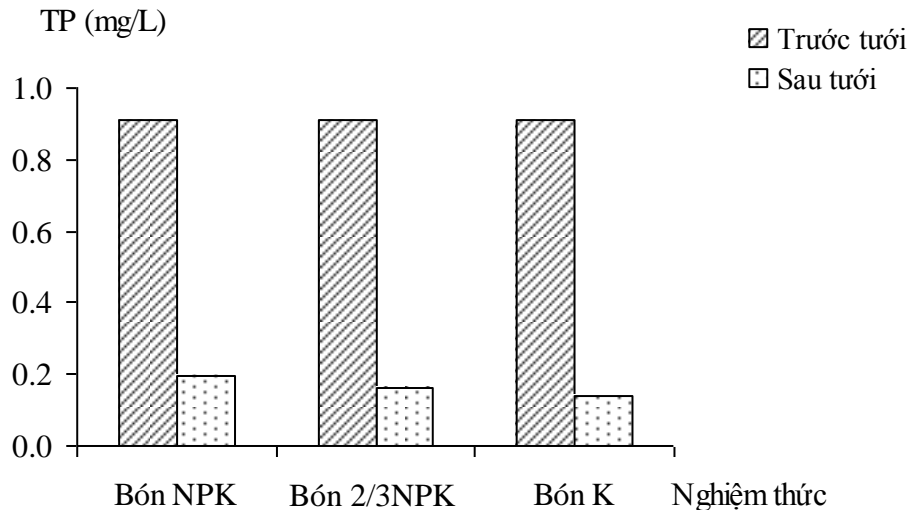
Bảng 4.26 trình bày giá trị TP trong nước trước và sau khi đi qua ruộng lúa theo thời gian sinh trưởng của cây lúa. Kết quả cho thấy, sau khi đi qua ruộng lúa với điều kiện nước ao và lượng phân hóa học bón bổ sung khác nhau, giá trị TP trong nước có sự khác biệt (5%).

Bảng 4.26 Giá trị TP trong nước thải ao cá tra sau khi đi qua ruộng lúa

Thời điểm	Giá trị TP (mg/L)			
	Nước thải ao cá tra	NT bón NPK	NT bón 2/3 NPK	NT bón K
Cây mạ	0,84±0,02 <sup>a</sup>	0,24±0,01 <sup>b</sup>	0,25±0,02 <sup>b</sup>	0,24±0,03 <sup>b</sup>
Đẻ nhánh	0,92±0,02 <sup>a</sup>	0,24±0,03 <sup>b</sup>	0,19±0,04 <sup>bc</sup>	0,15±0,03 <sup>c</sup>
Tạo đót	0,94±0,01 <sup>a</sup>	0,28±0,03 <sup>b</sup>	0,18±0,04 <sup>c</sup>	0,15±0,03 <sup>c</sup>
Làm đòng	0,94±0,03 <sup>a</sup>	0,16±0,00 <sup>b</sup>	0,15±0,02 <sup>b</sup>	0,14±0,01 <sup>b</sup>
Vào hạt	0,90±0,01 <sup>a</sup>	0,05±0,02 <sup>b</sup>	0,04±0,01 <sup>c</sup>	0,02±0,01 <sup>c</sup>

Ghi chú: Trong cùng một hàng, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Trong các điều kiện được tưới bằng nước thải thì ở điều kiện chỉ bón bổ sung phân Kali có khả năng loại bỏ TP tốt hơn các điều kiện còn lại. Nồng độ TP trong nước sau khi đi qua ruộng lúa có xu hướng thấp đối với điều kiện được bón ít phân. Nghiệm thức chỉ bón bổ sung phân Kali có thể loại bỏ 0,79 mg/L hàm lượng TP; trong khi bón bổ sung đầy đủ lượng phân NPK và 2/3 NPK chỉ loại bỏ 0,71 mg/L và 0,75 mg/L hàm lượng TP (Hình 4.4).



Hình 4.4 Trung bình nồng độ TP trong nước thải ao cá tra sau khi tưới lúa

Ở điều kiện được tưới bằng nước sông, hiệu suất loại bỏ TP thấp hơn so với các điều kiện được tưới bằng nước thải ao cá tra. Điều này có thể là do thành phần chất dinh dưỡng trong nước tưới khác nhau cũng như chế độ bón phân khác nhau tạo nên sự sai khác về kích thước bộ rễ của cây, sức sinh trưởng, khả năng đẻ nhánh... làm ảnh hưởng đến khả năng hấp thụ lân của cây lúa. Theo Lê Nhật Quang (2008); Hồ Huy Thông (2007); Hồ Liên Huê (2006) được trích bởi Châu Minh Khôi và *ctv.* (2012), đặc tính của nước tưới ảnh hưởng đến khả năng thích nghi, sống và phát triển của các loài thực vật.

Ở các điều kiện tưới bằng nước thải, hiệu quả làm giảm TP ở điều kiện chỉ bón phân Kali cao hơn hai điều kiện bón phân còn lại. Các kết quả này cho thấy, nồng độ nước sau khi đi qua ruộng lúa của TP sẽ cao ở điều kiện tưới bằng nước thải ao cá tra, có bón phân và ngược lại. Điều này được minh họa ở Hình 4.4, nghiệm thức 2 ngoài việc tưới nước thải ao cá tra, còn được bón với 100% lượng phân NPK trong khi nghiệm thức 4 chỉ bón phân Kali.

Hiệu suất xử lý TP đạt 87% ở điều kiện tưới bằng nước thải ao cá tra nhưng chỉ bón thêm Kali, chứng tỏ nếu không bón phân thì nồng độ lân trong nước thải cây lúa có thể sử dụng như phân bón để hấp thụ tăng sinh khối. Vì thế, nếu tưới nước thải ao cá tra cho ruộng lúa mà bón thêm phân có thể làm cho chất lượng nước sau tưới không tốt, ngoài ra còn có thể ảnh hưởng đến lợi nhuận trong canh tác lúa.

Giá trị TP trong nước sau khi đi qua ruộng lúa ở tất cả các điều kiện có xu hướng giảm theo thời gian. Theo Lê Anh Tuấn và *ctv.* (2009), chất phosphorus sẽ kết hợp cùng phức hợp sắt, nhôm và canxi lưu lại trong vùng rễ của đất; lúa càng lớn sẽ có khả năng hấp thụ chất dinh dưỡng càng nhiều.

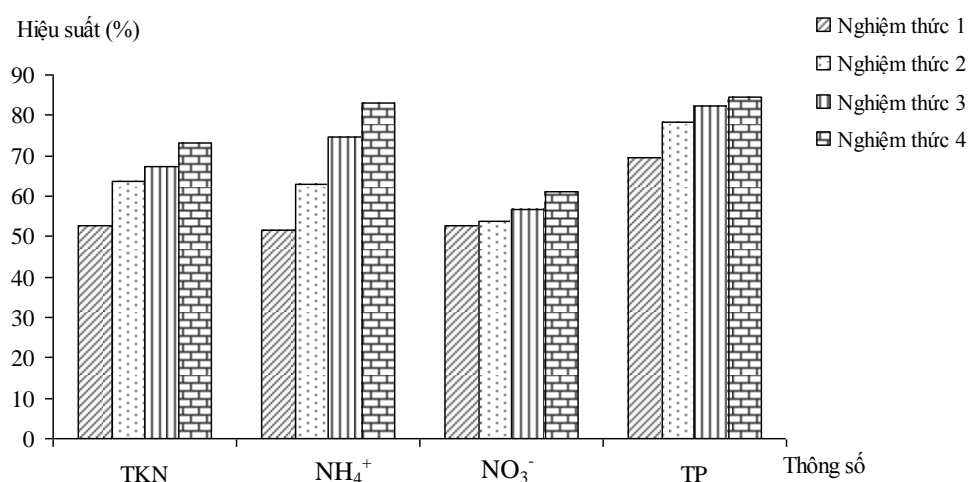


Chính vì thế, giai đoạn lúa 76 – 80 ngày tuổi (giai đoạn lúa vào hạt) là giai đoạn xử lý TP tốt hơn so với các giai đoạn khác. Bên cạnh đó, TP cũng được loại bỏ bởi quá trình hấp phụ trên bề mặt chất nền, quá trình kết tủa, và quá trình đồng hóa vào cơ thể vi sinh vật và thực vật (Vymazal, 2004; Trang, 2009 được trích bởi Ngô Thụy Diễm Trang và Hans Brix, 2012).

### 4.3.3 Hiệu suất loại bỏ đạm, lân

#### 4.3.3.1 Ở các điều kiện sử dụng nước tưới và bón phân hóa học

Nhìn chung, hiệu suất xử lý nồng độ các thông số ô nhiễm nước tưới sau khi đi qua ruộng lúa có xu hướng cao ở các điều kiện bón bổ sung ít phân hóa học.



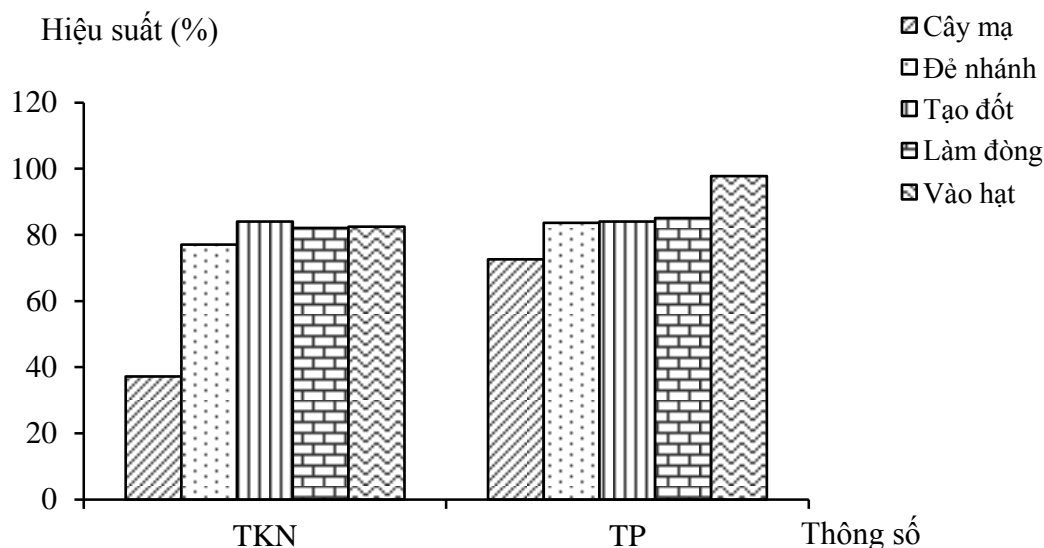
Hình 4.5 Hiệu suất làm giảm đạm và lân

Ghi chú: *Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali*

Đối với điều kiện được tưới bằng nước sông, hiệu suất xử lý các chất ô nhiễm thấp nhất và cao nhất là ở điều kiện tưới bằng nước thải nhưng chỉ bón thêm phân Kali. Ở điều kiện tưới bằng nước ao cá tra và bón NPK, hiệu suất loại bỏ đạm, lân thấp hơn điều kiện cũng tưới bằng nước ao nhưng chỉ bón thêm phân Kali. Điều này được lý giải rằng, trong điều kiện chỉ bón Kali do không bón phân hóa học nên không có sự dư thừa đạm, lân; đồng thời cây lúa sẽ sử dụng nguồn dinh dưỡng này một cách triệt để hơn để sinh trưởng. Chính vì thế, hiệu suất nghiệm thức chỉ bón Kali cao hơn so với các điều kiện còn lại. Tuy nhiên, chất lượng nước sau khi đi qua ruộng lúa ở điều kiện tưới nước thải không có sự khác biệt rõ ràng. Điều này chứng tỏ rằng, ruộng lúa có khả năng làm giảm ô nhiễm trong nước thải ao cá tra khi sử dụng lượng nước này để canh tác lúa.

#### 4.3.3.2 Theo giai đoạn sinh trưởng của cây lúa

Hàm lượng dinh dưỡng là yếu tố rất cần thiết đối với việc hình thành bộ rễ, phát triển chiều cao, đẻ nhánh, ra hoa... đặc biệt là tỉ lệ hạt chắc. Do đó, trong từng giai đoạn phát triển khác nhau của cây lúa thì nhu cầu dinh dưỡng cũng có sự khác nhau.



Hình 4.6 Hiệu suất làm giảm đạm, lân

Qua kết quả phân tích đạm, lân của nước thải ao cá tra sau khi đi qua ruộng lúa với các điều kiện phân bón hóa học bổ sung cho thấy rằng, ở tuổi lúa càng cao thì khả năng làm giảm ô nhiễm càng cao. Nồng độ các chất ô nhiễm giảm theo thời gian và giai đoạn lúa vào hạt được xem là khoảng thời gian có hiệu suất xử lý đạm, lân tốt hơn các giai đoạn còn lại. Hiệu suất loại bỏ TKN, TP của nghiệm thức tưới bằng nước thải ao cá tra và chỉ bón phân Kali (điều kiện có hiệu suất loại bỏ đạm, lân cao nhất) cao tỷ lệ thuận với tuổi lúa (Hình 4.6). Điều này có thể là do cây lúa càng lớn thì nhu cầu sử dụng chất dinh dưỡng để nuôi sống cây càng cao, nên hàm lượng đạm lân giảm đáng kể ở những giai đoạn phát triển của lúa. Tuy nhiên, hiệu suất loại bỏ đạm, lân ở mỗi giai đoạn có sự khác nhau nhưng lại không có sự chênh lệch lớn. Ngoại trừ giai đoạn cây mạ nhu cầu dinh dưỡng chưa cao nên hiệu suất loại bỏ đạm lân chỉ ở mức 37,25% và 72,62%. Ở đợt thu mẫu cuối cùng của nghiên cứu, giai đoạn lúa vào hạt (lúa 76 – 80 ngày tuổi) thì hiệu suất loại bỏ TKN, TP lần lượt tương ứng là: 82,5% và 97,8%.

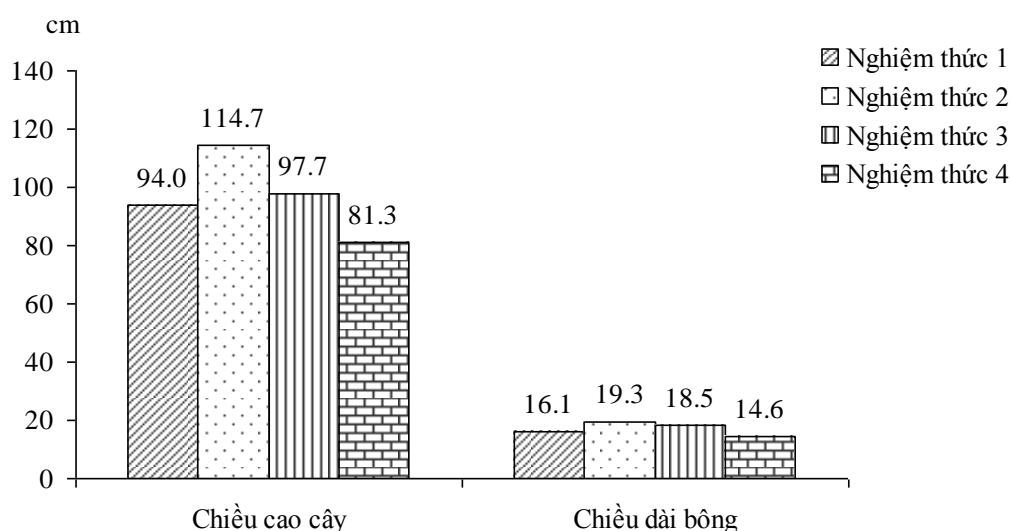
#### 4.3.4 Năng suất lúa

Để đánh giá hiệu quả của quy trình trồng lúa tưới bằng nước thải ao nuôi cá tra, ngoài việc đánh giá chất lượng nước trước và sau khi đi qua ruộng lúa,

chất lượng đất trước khi sạ và sau khi thu hoạch thì năng suất lúa cũng là vấn đề cần được quan tâm để đảm bảo lợi nhuận cho nông dân.

#### 4.3.4.1 Đặc điểm sinh trưởng của cây lúa

Phân đạm có vai trò rất lớn trong việc quyết định đến chiều cao của cây lúa (Nguyễn Thị Bé Phúc, 2008). Kết quả nghiên cứu hoàn toàn phù hợp với kết luận trên khi điều kiện được tưới bằng nước thải và bón NPK có chiều cao lúa lớn nhất (114,7 cm) và điều kiện chỉ bón phân Kali có chiều cao lúa thấp nhất (81,3 cm) (Hình 4.7). Thông thường, chiều cao cây lúa có mối quan hệ trái ngược đối với năng suất khi có hiện tượng thất thường của thời tiết đặc biệt là gió và mưa. Khi gió lớn, mưa nhiều cây lúa cao sẽ dễ dàng bị đổ ngã vì có sức chống chịu kém, đặc biệt là đối với những cây lúa được bón nhiều phân đạm lại càng yếu ớt và lại càng dễ bị ngã hơn (Nguyễn Ngọc Đệ, 2008).



Hình 4.7 Đặc điểm sinh trưởng của cây lúa

*Ghi chú: Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali*

Tương tự với kết quả của chiều cao cây lúa, chiều dài của bông cũng tỷ lệ thuận với lượng phân bón đối ở những nghiệm thức được tưới bằng nước thải. Điều kiện tưới bằng nước thải và bón NPK có chiều dài bông cao nhất và ruộng chỉ bón phân Kali có chiều dài bông thấp nhất (Hình 4.7). Theo Nguyễn Thị Bé Phúc (2008), phân bón đặc biệt là đạm có vai trò rất quan trọng đối với việc gia tăng chiều dài của bông lúa. Bên cạnh đó, chiều dài của bông giúp gia tăng số gié/bông và gia tăng số hạt/bông làm tăng năng suất lúa.

Qua Bảng 4.27 cho thấy, điều kiện tưới bằng nước thải ao nuôi cá tra và bón NPK có số bông cao nhất với 652 bông/m<sup>2</sup> và cao hơn điều kiện canh tác bình thường của nông dân (tưới bằng nước sông); thấp nhất ở điều kiện chỉ

bón bổ sung Kali với 558 bông/m<sup>2</sup>. Điều này cho thấy rằng, cây lúa khi được bổ sung dinh dưỡng nhiều sẽ cho số bông nhiều hơn. Theo Nguyễn Thị Bé Phúc (2008), đạm là yếu tố quan trọng quyết định đến số bông. Số bông là yếu tố có ảnh hưởng đến năng suất lớn nhất (Đình Văn Lữ, 1978 trích dẫn bởi Nguyễn Thị Bé Phúc, 2008). Tuy nhiên, nếu thừa đạm thì cây lúa sẽ trở nên yếu ớt dễ bị đổ ngã, lá lúa có màu xanh mướt thu hút sâu bệnh tấn công. Kết quả ghi nhận cho thấy, đối với những điều kiện tưới bằng nước thải và bón NPK có tỉ lệ đổ ngã cao hơn so với điều kiện chỉ bón phân Kali.

Bảng 4.27 Thành phần năng suất

<b>Nghiệm thức</b>	<b>Bông/m<sup>2</sup></b>	<b>Gié/bông</b>	<b>Hạt/bông</b>
Nghiệm thức 1	613	7	57
Nghiệm thức 2	652	9	92
Nghiệm thức 3	637	8	74
Nghiệm thức 4	558	6	51

*Ghi chú: Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali*

Kết quả số bông của điều kiện tưới bằng nước sông và tưới bằng nước thải ao cá tra và bón 2/3 NPK cho thấy, điều kiện tưới bằng nước thải có 637 bông/m<sup>2</sup> cao hơn so với nghiệm thức tưới bằng nước sông 613 bông/m<sup>2</sup>. Điều này cho thấy rằng, nếu tưới bằng nước thải ao nuôi cá tra thì có thể tiết kiệm được 1/3 lượng phân sử dụng và cây lúa vẫn cho số bông tốt hơn khi tưới bằng nước sông.

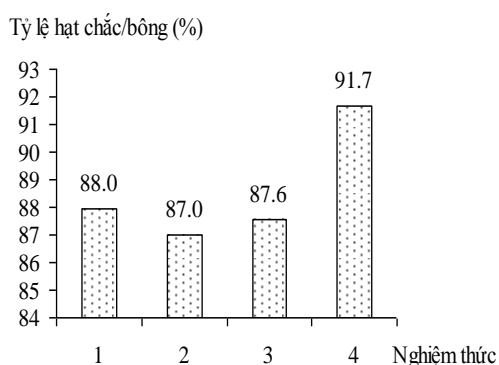
Tương tự với kết quả của số bông thì số gié/bông cũng tỷ lệ thuận với lượng phân bón bổ sung đối với những điều kiện được tưới bằng nước thải. Ở điều kiện bón NPK, số gié trung bình là 9 gié/bông trong khi điều kiện chỉ bón phân Kali có 6 gié/bông. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Thị Bé Phúc (2008), đạm là yếu tố quyết định đến việc hình thành số gié/bông.

Kết quả số hạt/bông có sự chênh lệch rất lớn giữa điều kiện tưới bằng nước thải và bón NPK so với điều kiện chỉ bón thêm Kali và điều kiện tưới bằng nước sông. Trung bình điều kiện tưới bằng nước sông có 57 hạt/bông, cao nhất là 94 hạt/bông ở điều kiện tưới bằng nước thải và bón NPK, thấp nhất là điều kiện chỉ bón phân Kali có 51 hạt/bông. Nguyên nhân là do được bổ sung hàm lượng phân bón hóa học đầy đủ cùng với việc được tưới thêm nước thải ao nuôi cá tra đã thúc đẩy việc tạo hạt trên bông, từ đó làm cho số lượng hạt tăng.

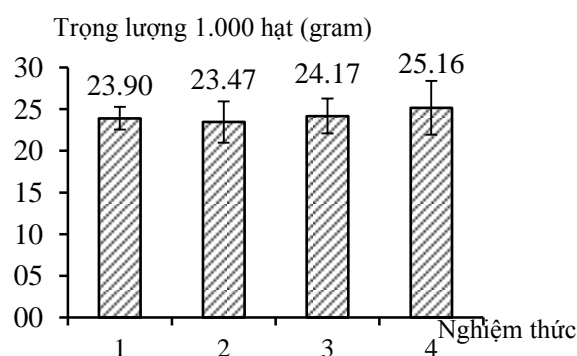
#### 4.3.4.2 Năng suất lúa

Phân đạm là yếu tố quan trọng quyết định đến việc hình thành các yếu tố tạo nên năng suất lúa. Bón đầy đủ phân cùng với việc tưới thêm bằng nước

thải ao nuôi cá tra sẽ giúp tăng rất nhiều số lượng hạt trên bông. Tuy nhiên, nếu bón thừa phân và đặc biệt là phân đạm thì sẽ làm cho cây dễ bị đổ ngã, yếu ớt, thu hút sâu bệnh do có màu xanh mướt, ít có khả năng chống lại sâu bệnh và đặc biệt là tỉ lệ hạt chắc rất thấp (Nguyễn Thị Bé Phúc, 2008). Thật vậy, với điều kiện được cung cấp dinh dưỡng nhiều nhất bằng việc tưới bằng nước thải và bón NPK có tỉ lệ hạt chắc thấp nhất (87%). Trong khi điều kiện chỉ bón Kali lại có tỉ lệ hạt chắc cao nhất (91,7%) (Hình 4.8). Tỉ lệ hạt chắc được quyết định bởi số bông cũng như số gié trên bông (Nguyễn Ngọc Đệ, 2008), và có ảnh hưởng đến năng suất rõ vì số hạt chắc ít mà số hạt lép trên bông nhiều thì năng suất giảm (Đình Văn Lữ, 1978 được trích bởi Nguyễn Thị Bé Phúc, 2008).



Hình 4.8 Đặc điểm của hạt lúa

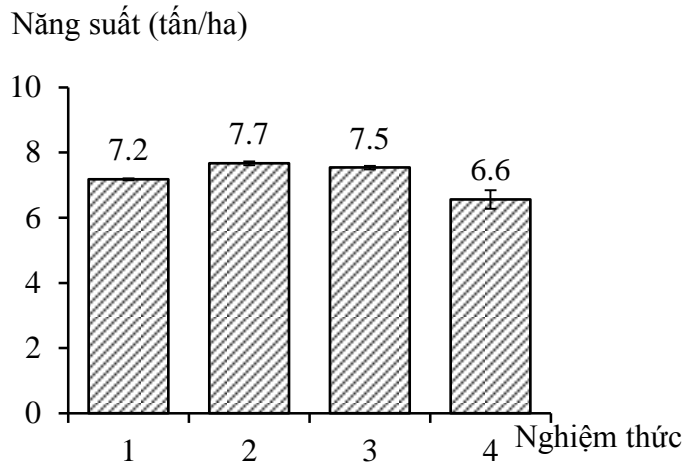


Hình 4.9 Trọng lượng 1.000 hạt (g)

*Ghi chú: Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali*

Bên cạnh đó, trọng lượng hạt được quyết định bởi nhiều yếu tố nhưng quan trọng hơn hết là chế độ bón phân hợp lý nhằm giúp cho cây lúa ngậm sữa tốt (Nguyễn Ngọc Đệ, 2008). Tuy nhiên, việc bón quá nhiều phân sẽ gây ra một số tác dụng không mong muốn đối với đại lượng này do thu hút sâu bệnh bởi cây lúa sẽ xanh tốt hơn.

Theo kết quả nghiên cứu năm 2008 của Bộ môn Công nghệ sinh học, Viện lúa ĐBSCL và Nguyễn Quốc Lý và *ctv.*, 2009 được trích bởi Trần Thị Cúc Hòa và *ctv.*, 2013 thì trọng lượng trung bình 1.000 hạt của giống lúa OM 6976 nằm trong khoảng 25 – 26 gram. Kết quả trọng lượng hạt cho thấy rằng, những điều kiện tưới bằng nước thải thì trọng lượng hạt cao hơn ở những điều kiện bón ít phân và ngược lại. Với điều kiện được bón bổ sung Kali thì có trọng lượng cao nhất (25,2 g/1.000 hạt), trong khi đó với điều kiện được bón bổ sung phân nhiều nhất thì lại có trọng lượng hạt thấp nhất (23,5 g/1.000 hạt) (Hình 4.9).



Hình 4.11 Năng suất lúa của các NT

*Ghi chú: Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali*

Theo Matsushima (1970) được trích bởi Nguyễn Ngọc Đệ (2008), năng suất lúa được quyết định bởi hai thành phần chủ yếu là số hạt trên đơn vị diện tích và phần trăm hạt chắc cũng như trọng lượng hạt. Hình 4.11 cho thấy, điều kiện có năng suất cao nhất (7,7 tấn/ha) là điều kiện tưới bằng nước thải và bón NPK, và thấp nhất là điều kiện chỉ bón bổ sung phân Kali (6,6 tấn/ha). Tuy nhiên, nếu bón quá nhiều phân đặc biệt là phân đạm thì cây sẽ dễ dàng gặp rủi ro và làm cho năng suất giảm. Hình 4.11 cũng cho thấy rằng, với điều kiện tưới bằng nước thải và chỉ bón 2/3 NPK cho năng suất cao hơn điều kiện canh tác bình thường của nông dân.

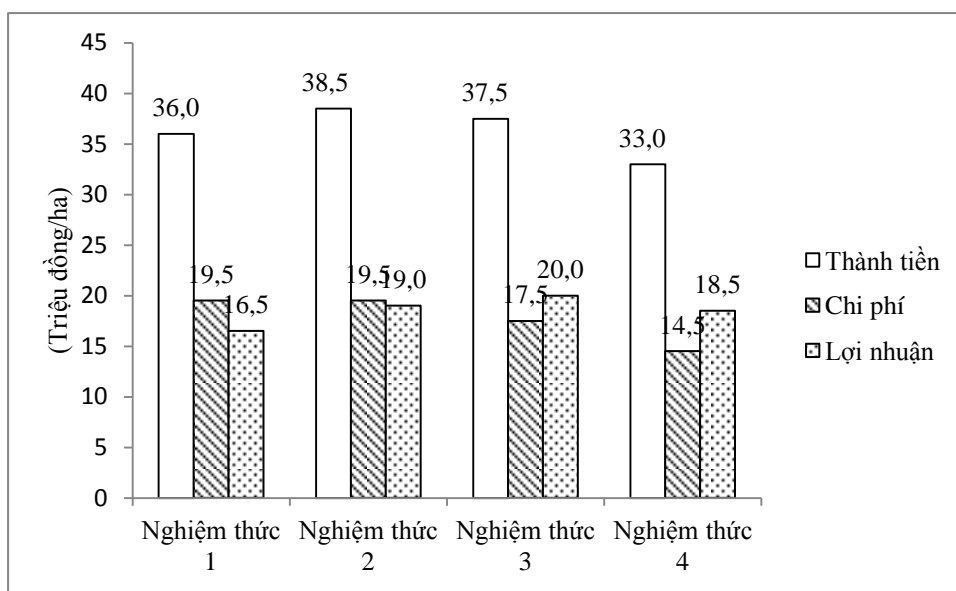
Năng suất lúa đạt được cũng chưa nói lên được rằng năng suất cao sẽ có hiệu quả kinh tế cao hơn so với năng suất thấp, bởi vì chi phí của nó cao hơn rất nhiều. Nghiệm thức chỉ bón Kali có năng suất thấp, nhưng do không thừa đạm nên cây lúa cứng cáp, có thể tránh được sâu bệnh, tỉ lệ hạt chắc và trọng lượng hạt rất cao. Mặt khác, xét về mặt môi trường thì ít sử dụng phân bón mà còn góp phần làm giảm hàm lượng chất ô nhiễm trong nước thải ao nuôi cá tra. Đây có thể được xem là mô hình nhằm giảm ô nhiễm từ ao nuôi cá tra và hạn chế chi phí trên đồng ruộng, từ đó gia tăng lợi nhuận cho người dân trồng lúa vùng đồng bằng sông Cửu Long.

#### 4.3.4.3 Chi phí và lợi nhuận

Sau quá trình nghiên cứu tổng thu nhập cho từng điều kiện được thể hiện cho thấy, năng suất cao nhất ở điều kiện tưới bằng nước thải và bón NPK; điều kiện chỉ bón phân Kali có năng suất thấp nhất. Nghiệm thức 2 sử dụng nước thải ao nuôi cá tra và bón phân NPK thì cho năng suất cao hơn các nghiệm thức còn lại. Năng suất chịu ảnh hưởng rất lớn bởi phương pháp bón phân kể

cả liều lượng phân bón, thời điểm bón phân, đặc biệt là phân N (Tan *et al.*, 2000 được trích bởi Lê Vĩnh Thúc và *ctv.*, 2015). Đạm là một trong những nguyên tố quan trọng để đảm bảo năng suất của cây lúa (Uddin *et al.*, 2013). Vì vậy, ở nghiệm thức 4 không cung cấp thêm đạm lân mà chỉ sử dụng nước thải ao nuôi cá tra và bón Kali nên cho năng suất thấp hơn các nghiệm thức khác. Do đó, nếu bón thiếu N và P sẽ làm cho năng suất lúa giảm (Lê Vĩnh Thúc và *ctv.*, 2015).

Kết quả cho thấy, năng suất cao nhất nhưng bón phân nhiều nhất sẽ có chi phí cao nhất và ngược lại. Bên cạnh việc tưới bằng nước thải ao nuôi cá tra, chi phí cho ruộng bón NPK là 19,5 triệu đồng/ha, ruộng bón giảm 1/3 lượng phân bón thì chi phí là 17,5 triệu đồng/ha trong khi chi phí của ruộng chỉ bón phân Kali là 14,5 triệu đồng/ha. Hình 4.12 cho thấy, nghiệm thức sử dụng nước thải ao nuôi cá tra và bón 2/3 lượng phân NPK sẽ cho lợi nhuận cao hơn các nghiệm thức còn lại. Ở nghiệm thức 1 và nghiệm thức 2, mặc dù chi phí giống nhau nhưng lợi nhuận ở nghiệm thức 2 sử dụng nước thải cao hơn nghiệm thức 1 sử dụng nước sông. Nguyên nhân là do năng suất ở nghiệm thức này cao hơn nghiệm thức 1. Nghiệm thức 4 mặc dù năng suất thấp hơn các nghiệm thức khác nhưng có lợi nhuận cao hơn nghiệm thức 1 và thấp hơn các nghiệm thức còn lại. Nguyên nhân là do chi phí đầu tư thấp, lượng phân bón đạm và lân trong vụ được giảm.



Hình 4.12 Thành tiền, chi phí và lợi nhuận sau khi thu hoạch

Ghi chú: Nghiệm thức 1: nước sông + phân NPK; Nghiệm thức 2: nước thải + phân NPK; Nghiệm thức 3: nước thải + 2/3 phân NPK; Nghiệm thức 4: nước thải + phân Kali

Qua kết quả lợi nhuận tính toán cho thấy, nghiệm thức 3 có lợi nhuận cao hơn các nghiệm thức còn lại là 20 triệu đồng/ha. Nghiệm thức 1 có lợi nhuận

thấp hơn là 16,5 triệu đồng/ha. Từ đó có thể khẳng định rằng, nước ao nuôi cá tra có thể thay thế một lượng lớn phân bón sử dụng trên đồng ruộng, có thể tiết kiệm chi phí canh tác lúa và nâng cao lợi nhuận cho người dân. Từ đó giảm được nguy cơ ô nhiễm môi trường nước mặt.

#### 4.3.5 Hàm lượng đạm, lân trong nước thải sau khi qua ruộng lúa và sự tích lũy đạm, lân, Kali trong thân cây lúa và hạt lúa trong vụ Đông Xuân 2013 - 2014

##### 4.3.5.1 Hàm lượng đạm lân trong nước thải sau khi qua ruộng lúa

Kết quả nghiên cứu cho thấy, trong từng nghiệm thức, hàm lượng đạm lân giảm cao nhất là ở nghiệm thức 3 (nước thải + bón phân NPK 60N – 40P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 40K<sub>2</sub>O) và thấp nhất là ở nghiệm thức 1 (nước thải tưới lên đất ruộng không trồng lúa) (Bảng 4.28).

Bảng 4.28 Hàm lượng đạm, lân trong nước thải được hấp thu sau khi qua ruộng lúa trong từng nghiệm thức

Giai đoạn	Nghiệm thức	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
Cây mạ	NT1	0,99±0,04 <sup>c</sup>	0,01±0,00 <sup>c</sup>	5,02±0,93	0,55±0,06 <sup>d</sup>
	NT2	1,15±0,09 <sup>b</sup>	0,02±0,00 <sup>bc</sup>	5,60±0,53	0,79±0,06 <sup>c</sup>
	NT3	1,57±0,08 <sup>a</sup>	0,03±0,00 <sup>a</sup>	6,18±0,40	1,14±0,13 <sup>a</sup>
	NT4	1,26±0,06 <sup>b</sup>	0,03±0,00 <sup>ab</sup>	5,95±0,53	0,95±0,05 <sup>b</sup>
Làm đồng	NT1	1,36±0,15 <sup>a</sup>	0,04±0,00 <sup>c</sup>	7,15±0,35 <sup>c</sup>	1,73±0,03 <sup>d</sup>
	NT2	1,53±0,05 <sup>bc</sup>	0,05±0,00 <sup>b</sup>	7,55±0,22 <sup>c</sup>	2,03±0,05 <sup>c</sup>
	NT3	2,29±0,34 <sup>a</sup>	0,06±0,00 <sup>a</sup>	9,08±0,34 <sup>a</sup>	2,59±0,07 <sup>a</sup>
	NT4	1,82±0,12 <sup>b</sup>	0,05±0,01 <sup>b</sup>	8,27±0,08 <sup>b</sup>	2,34±0,04 <sup>b</sup>
Chín sấp	NT1	3,34±0,05 <sup>d</sup>	0,04±0,01 <sup>c</sup>	11,07±0,18 <sup>d</sup>	3,69±0,06 <sup>d</sup>
	NT2	3,99±0,12 <sup>c</sup>	0,07±0,02 <sup>b</sup>	13,20±0,11 <sup>c</sup>	4,29±0,06 <sup>c</sup>
	NT3	5,62±0,13 <sup>b</sup>	0,12±0,01 <sup>a</sup>	15,16±0,05 <sup>a</sup>	4,91±0,11 <sup>a</sup>
	NT4	4,61±0,09 <sup>a</sup>	0,06±0,01 <sup>b</sup>	13,80±0,40 <sup>b</sup>	4,48±0,12 <sup>b</sup>

Ghi chú: Trong cùng một cột, trong cùng 1 giai đoạn, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c-d) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

NT1: Tưới nước thải lên đất, NT2: Nước thải tưới lúa không bón phân NPK, NT3: Nước thải + Bón 2/3 phân NPK, NT4: Nước thải + Bón phân NPK.

Ở nghiệm thức 1, khả năng hấp thu đạm và lân đạt thấp nhất dao động từ 5,02 mg/L±0,93 – 11,07 mg/L±0,18 (TKN) và 0,55 mg/L±0,06 – 3,69 mg/L±0,06 (TP). Nguyên nhân có thể là do trong nghiệm thức này không có



sự hấp thu đạm và lân của cây lúa so với các nghiệm thức khác. Ở nghiệm thức 3 giảm 1/3 lượng phân bón, khả năng hấp thu đạm và lân cao nhất dao động từ 6,18 mg/L±0,40 - 15,16 mg/L±0,05 đối với hàm lượng TKN và 1,14 mg/L±0,13 - 4,91 mg/L±0,11 đối với hàm lượng TP. Do bón giảm phân hóa học nên không có sự dư thừa đạm lân, cây lúa sẽ sử dụng nguồn dinh dưỡng từ nước ao một cách hiệu quả để sinh trưởng và phát triển.

#### 4.3.5.2 Sự tích lũy đạm lân Kali trong thân cây lúa (% trong sinh khối khô)

Hàm lượng đạm lân Kali trong thân cây lúa theo thời gian được trình bày ở Bảng 4.29. Kết quả thống kê cho thấy, không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức trong từng giai đoạn phát triển của cây lúa.

Bảng 4.29 Đạm, lân và Kali tổng số trong thân cây lúa (%)

Giai đoạn	Nghiệm thức	Đạm tổng số (%)	Lân tổng số (%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Kali tổng số (%K <sub>2</sub> O)
Cây mạ	NT 2	2,46±0,32	0,99±0,11	1,91±0,09
	NT 3	2,52±0,47	1,01±0,15	2,03±0,02
	NT 4	2,60±0,50	1,07±0,03	2,18±0,05
Làm đòng	NT 2	1,31±0,11	0,61±0,03	1,95±0,16
	NT 3	1,36±0,05	0,68±0,05	1,97±0,03
	NT 4	1,39±0,08	0,70±0,05	2,00±0,07
Chín sấp	NT 2	0,93±0,09	0,54±0,06	1,42±0,26
	NT 3	0,95±0,12	0,64±0,06	1,54±0,06
	NT 4	1,01±0,03	0,67±0,07	1,72±0,07

Ghi chú: NT2: Nước thải tưới lúa không bón phân NPK, NT3: Nước thải + Bón 2/3 phân NPK, NT4: Nước thải + Bón phân NPK.

Hàm lượng tổng đạm của thân cây lúa dao động thấp nhất từ 0,93%±0,09 ở nghiệm thức không bón phân NPK và cao nhất ở nghiệm thức bón phân NPK là 2,60%±0,50. Mặc khác ở nghiệm thức bón giảm phân NPK hàm lượng đạm tổng dao động từ 0,95%±0,12 đến 2,52%±0,47 và nghiệm thức không bón phân NPK dao động từ 0,93%±0,09 đến 2,46%±0,32 thì cây lúa vẫn phát triển trong môi trường nước thải ao nuôi thâm canh cá tra, nhưng lá không xanh và mướt như ở nghiệm thức bón phân NPK. Kết quả cho thấy, hàm lượng đạm tích lũy trong thân cây lúa cao nhất vào giai đoạn cây mạ và thấp nhất ở giai đoạn cây lúa chín sấp (Bảng 4.28). Theo nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Đệ (2008), cây lúa có thể hấp thu và sử dụng cả hai dạng đạm nitrate (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) và (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) mà chủ yếu là đạm NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Khi cây lúa sinh trưởng và phát triển trong môi trường nước thải ao nuôi cá tra thâm canh, cây lúa sẽ hấp thu các chất dinh dưỡng đạm, lân trong môi trường nước thải ao nuôi và trong đất để cung cấp chất dinh dưỡng cho cây sinh trưởng, phát triển và nuôi hạt.

Do đó, nồng độ các chất dinh dưỡng trong nước thải ngày càng giảm thông qua sự làm giảm nồng độ amonium, nitrate và tổng đạm.

Hàm lượng lân ( $\%P_2O_5$ ) trong thân cây lúa dao động thấp nhất từ  $0,54\% \pm 0,06$  đến  $0,99\% \pm 0,11$  ở nghiệm thức không bón phân NPK. Khi cây lúa vào hạt, hàm lượng lân trong cây giảm 0,45% so với giai đoạn cây lúa ở giai đoạn mạ. Hàm lượng lân ( $\%P_2O_5$ ) trong cây dao động từ  $0,67\% \pm 0,07$  đến  $1,07\% \pm 0,03$  ở nghiệm thức bón phân NPK. Hàm lượng lân ( $\%P_2O_5$ ) trong cây lúa thấp nhất ở giai đoạn cây lúa vào hạt và cao nhất ở giai đoạn cây mạ. Kết quả phân tích cho thấy, nghiệm thức bón giảm phân NPK, hàm lượng dinh dưỡng lân tổng trong thân cây lúa dao động từ  $0,64\% \pm 0,06$  đến  $1,01\% \pm 0,15$  giảm 0,37%. Khi lúa trổ, khoảng 37-83% chất lân được chuyển lên bông (Nguyễn Ngọc Đệ, 2008).

Hàm lượng Kali ( $\%K_2O$ ) trong thân cây lúa đạt  $2,18\% \pm 0,05$  giai đoạn cây mạ và đạt  $1,72\% \pm 0,07$  giai đoạn cây lúa vào hạt của nghiệm thức bón phân NPK giảm 0,46%. Nghiệm thức bón 2/3 phân NPK hàm lượng Kali trong thân cây lúa đạt  $2,03\% \pm 0,02$  giai đoạn cây mạ và đạt  $1,54\% \pm 0,06$  giai đoạn cây lúa vào hạt giảm 0,49%. Nghiệm thức không bón phân NPK hàm lượng Kali trong thân cây lúa đạt  $1,91\% \pm 0,09$  giai đoạn cây mạ và đạt  $1,42\% \pm 0,26$  giai đoạn cây lúa vào hạt giảm 0,69%. Như vậy, theo thời gian sinh trưởng cây lúa thì nồng độ Kali trong thân cây lúa cao nhất ở giai đoạn cây mạ và thấp nhất ở giai đoạn cây lúa chín sấp. Theo nghiên cứu của Nguyễn Mỹ Hoa và ctv. (2012) lượng Kali do rơm rạ lấy đi khỏi ruộng là 68 – 80 kg/ha/năm. Khi cây lúa được bổ sung thêm phân vô cơ có chứa Kali chúng sẽ giúp cho quá trình chuyển hóa và tổng hợp các chất trong cây, giúp cây lúa cứng cáp, tăng khả năng chống sâu bệnh, tăng số hạt chắc trên bông và làm hạt no đầy hơn (Nguyễn Ngọc Đệ, 2008).

#### 4.3.5.3 Sự tích lũy đạm, lân, Kali trong hạt lúa (% trong sinh khối khô)

Kết quả phân tích hàm lượng các chất dinh dưỡng tích lũy trong hạt lúa có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê 5% giữa các nghiệm thức được trình bày qua Bảng 4.30

Bảng 4.30 Đạm, Lân, Kali trong hạt lúa (%)

Nghiệm thức	Giá trị		
	N tổng (%)	Lân tổng (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	K tổng (% K <sub>2</sub> O)
Nghiệm thức 2	0,80±0,03 <sup>b</sup>	0,70±0,11 <sup>b</sup>	0,39±0,01 <sup>c</sup>
Nghiệm thức 3	0,93±0,06 <sup>b</sup>	0,92±0,01 <sup>a</sup>	0,57±0,00 <sup>b</sup>
Nghiệm thức 4	0,96±0,03 <sup>a</sup>	0,97±0,01 <sup>a</sup>	0,63±0,00 <sup>a</sup>

Ghi chú: Trong cùng một cột, nếu các mẫu tự khác nhau (a-b-c) thì khác nhau có ý nghĩa thống kê (5%, Duncan).

Nghiệm thức 2: Nước thải + không bón phân NPK, Nghiệm thức 3: Nước thải + Bón 2/3 phân NPK, Nghiệm thức 4: Nước thải + Bón phân NPK.

Nồng độ đạm tổng số trong hạt cao nhất là 0,96% nghiệm thức bón NPK, nghiệm thức bón 2/3 phân NPK hàm lượng đạm tổng số trong hạt là 0,93% và thấp nhất là 0,8% ở nghiệm thức nước thải tưới lúa không bón phân NPK. Cho thấy, nồng độ đạm tổng số trong hạt giữa các nghiệm thức giảm từ 0,03% đến 0,16%.

Tương tự, nồng độ lân tổng số trong hạt cao nhất là 0,97% ở nghiệm thức bón phân NPK, nghiệm thức bón 2/3 phân NPK hàm lượng lân tổng số trong hạt là 0,92% và thấp nhất ở nghiệm thức nước thải tưới lúa không bón phân NPK đạt thấp nhất là 0,7%. Kết quả phân tích cho thấy, nồng độ lân tổng ở các nghiệm thức giảm dao động từ 0,05% đến 0,27%. Nghiệm thức nước thải tưới lúa không bón phân NPK trong quá trình phát triển cây lúa cũng lùn hẳn lại, nở bụi kém, lá có hiện tượng ngã vàng. Theo nghiên cứu của Nguyễn Xuân Trường và *ctv.* (2000), lúa sẽ trở và chín muộn, hạt không no đầy và phẩm chất giảm, trọng lượng cây thấp hơn. Thời kỳ nào phát triển mạnh thì cây lúa cũng cần lân. Lân có vai trò quan trọng trong việc tổng hợp protit, đường, cellulose, lân còn kích thích bộ rễ phát triển, giúp đẻ nhánh tập trung, trở đều và chín sớm.

Kết quả phân tích cho thấy, nồng độ Kali trong hạt lúa thấp nhất ở nghiệm thức nước thải tưới lúa không bón phân NPK đạt 0,39%. Nghiệm thức bón 2/3 phân NPK hàm lượng Kali tổng số trong hạt là 0,57% và hàm lượng Kali tổng số trong hạt cao nhất là nghiệm thức bón phân NPK đạt 0,63%. Thiếu Kali cây lúa có chiều cao và số chồi gần như bình thường, lá vẫn xanh nhưng mềm rũ dễ đổ ngã, dễ nhiễm bệnh, nhất là bệnh đốm nâu, lá già rụng sớm. Nhu cầu của Kali đối với giai đoạn sinh trưởng đầu của cây lúa cao, sau đó giảm xuống và lại tăng lên ở giai đoạn cuối. Ngoài ra, cây lúa cần Kali với số lượng lớn nên việc bón phân Kali cho lúa kéo dài đến lúc trở bông là rất cần thiết. Cây lúa nếu sử dụng nước thải để tưới, mà không bón bổ sung phân

NPK sẽ làm cây lúa lùn hơn, nở bụi ít, bông ngắn, ít hạt, hạt nhỏ và cho năng suất thấp. Theo nghiên cứu của Nguyễn Mỹ Hoa và *ctv.* (2012), lượng Kali hạt lấy đi là 13 – 45 kg/ha/năm tùy theo năng suất lúa và số vụ lúa canh tác trên năm.

Bảng 4.31 Trung bình tích lũy đạm, lân, Kali trong hạt lúa

Nghiệm thức	Đạm tổng số (tấn N/ha/vụ)	Lân tổng số (tấn P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/vụ)	Kali tổng (tấn K <sub>2</sub> O/ha/vụ)
Nghiệm thức 2	0,027	0,024	0,013
Nghiệm thức 3	0,066	0,065	0,040
Nghiệm thức 4	0,072	0,073	0,047

*Ghi chú: Nghiệm thức 2: Nước thải + không bón phân NPK, Nghiệm thức 3: Nước thải + Bón 2/3 phân NPK, Nghiệm thức 4: Nước thải + Bón phân NPK.*

Kết quả nghiên cứu cho thấy, trung bình tích lũy đạm, lân và Kali trong các nghiệm thức dao động trong khoảng 0,027 – 0,072 tấn N/ha/vụ, 0,024 – 0,073 tấn P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha/vụ và 0,013 – 0,047 tấn K<sub>2</sub>O/ha/vụ tương ứng. Nghiệm thức 2 có trung bình tích lũy đạm, lân và Kali thấp hơn các nghiệm thức còn lại, nguyên nhân có thể là do nghiệm thức không được bón bổ sung phân bón. Trung bình tích lũy đạm lân và Kali ở nghiệm thức 4 cao hơn các nghiệm thức khác, nguyên nhân có thể là do bên cạnh bón đầy đủ phân bón, cây lúa còn được bổ sung thêm dinh dưỡng có sẵn trong nước thải ao nuôi cá tra.

Theo nghiên cứu của Nguyễn Ngọc Đệ (2008), Kali tập trung chủ yếu ở rơm rạ, chỉ 6 – 20% ở trên bông, khi lúa trổ khoảng 48 – 71% đạm được đưa lên bông. Theo nghiên cứu của Nguyễn Xuân Trường và *ctv.* (2000), khi lúa trổ khoảng 37 – 83% chất lân được chuyển lên bông, tăng năng suất và phẩm chất. Do đó nên trung bình tích lũy Kali thấp hơn trung bình tích lũy đạm lân trong các nghiệm thức. Các kết quả nghiên cứu đã cho thấy rằng, bằng việc tích lũy hàm lượng đạm, lân và Kali trong thân, lá và hạt thì cây lúa đã góp phần cải thiện chất lượng nước thải ao nuôi cá tra sau khi qua ruộng lúa.

### ➤ Tóm lại

Nhìn chung, tính chất đất giữa nghiệm thức sử dụng nước thải và không sử dụng nước thải ao nuôi cá tra không có sự khác biệt. Bên cạnh đó, qua các thí nghiệm cho thấy, sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới lúa không làm thay đổi tính chất của đất.

Kết quả các thí nghiệm cho thấy rằng, các chỉ tiêu dinh dưỡng (COD, đạm và lân) của nước thải ao nuôi cá tra điều giảm sau khi qua ruộng lúa. Bên cạnh đó, khi sử dụng nước ao nuôi cá tra để tưới cho ruộng lúa có thể giảm ít nhất 1/3 lượng phân bón sử dụng trên đồng ruộng mà không làm giảm năng suất lúa. Phần trăm vật chất khô của đạm, lân, Kali giảm dần theo thời gian

sinh trưởng của cây lúa, do vào giai đoạn trổ, các dưỡng chất được tích lũy nhiều vào trong hạt. Nghiên cứu cho thấy, giảm lượng phân bón trên đồng ruộng góp phần hạn chế phát thải từ phân bón, đồng thời giảm chi phí canh tác lúa và nâng cao lợi nhuận cho nông dân. Như vậy, nhằm hạn chế ô nhiễm môi trường nước từ nguy cơ nước ao nuôi cá tra thì việc sử dụng nguồn nước này để tưới cho ruộng lúa là biện pháp cần được quan tâm và áp dụng. Xét thấy đây là mô hình có hiệu quả về mặt kinh tế lẫn môi trường.

Trên cơ sở thí nghiệm trong nhà lưới và thí nghiệm ngoài đồng, nghiệm thức 3 sử dụng nước thải ao nuôi cá tra và bón 2/3 phân bón NPK được sử dụng để thực hiện nội dung Ứng dụng phương pháp sử dụng nước thải ao cá tra để tưới trên ruộng lúa vào thực tiễn.

#### 4.4 Triển khai mô hình sử dụng nước thải để tưới lúa tại địa phương

Dựa trên các thí nghiệm trong nhà lưới và thí nghiệm theo ô ngoài đồng, đề tài tiến hành chọn nghiệm thức sử dụng nước sông + phân bón NPK và nghiệm thức sử dụng nước thải + 2/3 phân bón để ứng dụng ngoài thực tiễn. Kết quả phân tích đạm, lân, Kali và chất hữu cơ trong đất trước và sau khi thu hoạch được trình bày trong Bảng 4.32

Bảng 4.32 Trung bình đạm, lân, Kali và chất hữu cơ trong đất trước và sau khi thu hoạch lúa tại vùng nghiên cứu ở các nghiệm thức

Địa điểm	Nghiệm thức	Chất hữu cơ (%)		Đạm tổng (%N)		Lân tổng (%P)		Kali tổng (%K)	
		Trước khi sạ	Thu hoạch	Trước khi sạ	Thu hoạch	Trước khi sạ	Thu hoạch	Trước khi sạ	Thu hoạch
Vĩnh Thạnh	NT1	4,99	5,85	0,25	0,26	0,13	0,17	1,11	1,86
	NT2	3,38	4,99	0,24	0,25	0,13	0,17	1,14	1,64
Thạnh Mỹ	NT1	3,37	5,08	0,31	0,329	0,137	0,16	1,11	1,54
	NT2	3,32	5,02	0,31	0,33	0,123	0,14	1,16	1,56
Hồng Ngự	NT1	3,28	5,01	0,29	0,28	0,057	0,058	1,10	1,86
	NT2	3,40	4,97	0,30	0,31	0,049	0,062	1,16	1,63
Châu Thành	NT1	3,37	5,08	0,243	0,268	0,132	0,171	1,12	1,88
	NT2	3,36	5,08	0,244	0,247	0,131	0,174	1,18	1,64
Long Hồ	NT1	3,32	5,02	0,25	0,25	0,134	0,175	1,11	1,85
	NT2	3,38	4,93	0,239	0,254	0,139	0,182	1,09	1,65

Ghi chú: Nghiệm thức 1: nước sông + bón phân NPK (90N – 50P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30K<sub>2</sub>O); Nghiệm thức 2: nước thải ao nuôi + bón 2/3 phân NPK (60N – 30P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20K<sub>2</sub>O)

Kết quả phân tích mẫu đất ở các nghiệm thức cho thấy, hàm lượng chất hữu cơ, đạm, lân và Kali trong đất sau khi thu hoạch đều cao hơn trước khi sạ. Kết quả nghiên cứu phù hợp với nghiên cứu của Nguyễn Mỹ Hoa và ctv. (2012) cho rằng hầu hết đất sản xuất nông nghiệp có hàm lượng chất hữu cơ

thấp biến động từ 5 – 10%. Kết quả nghiên cứu của Lương Đức Phẩm (2002) cho rằng trong quá trình tưới, cây trồng chỉ sử dụng một phần các chất dinh dưỡng có trong nước thải như nitơ là 49%, phospho và Kali có thể tới 90%. Phần còn lại ở trong đất và theo nước thoát ra kênh.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, năng suất lúa ở các ruộng lúa có sử dụng nước thải của ao nuôi cá tra để tưới lúa cho năng suất cao hơn ruộng lúa không sử dụng chất thải. Kết quả được trình bày trong Bảng 4.33

Bảng 4.33 Năng suất lúa trung bình tại các điểm thí nghiệm

STT	Địa chỉ	Năng suất	
		Nghiệm thức 1	Nghiệm thức 2
1	Vĩnh Bình - Vĩnh Thạnh	7,1	7,1
2	Thạnh Mỹ - Vĩnh Thạnh	7,2	7,5
3	Hồng Ngự - Đồng Tháp	7,6	7,7
4	Châu Thành – An Giang	7,4	7,4
5	Long Hồ - Vĩnh Long	7,2	7,4
<b>Trung bình</b>		7,3	7,4

Ghi chú: *Nghiệm thức 1: nước sông + bón phân NPK (90N – 50P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30K<sub>2</sub>O); Nghiệm thức 2: nước thải ao nuôi + bón 2/3 phân NPK (60N – 30P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 20K<sub>2</sub>O)*

Kết quả từ các điểm cho thấy, trung bình năng suất của mô hình sử dụng nước thải ao nuôi cá tra và bón 2/3 phân bón (đạt 7,4 tấn/ha) cao hơn mô hình sử dụng nước sông và bón phân bình thường theo kinh nghiệm của người nông dân (đạt 7,3 tấn/ha). Như vậy, nước thải ao cá tra có thể giúp cho năng suất lúa tăng thêm (Phung *et al.*, 2009).

### ➤ Tóm lại

Như vậy, việc sử dụng nước thải ao nuôi cá tra để tưới lúa cho năng suất từ bằng đến cao hơn việc sử dụng nước sông mà không làm thay đổi tính chất đất. Ứng dụng sử dụng nước thải để tưới lúa có ý nghĩa về khía cạnh môi trường, giảm lượng nước thải và các chất hàm lượng gây ô nhiễm, đồng thời tận dụng nước thải tưới lúa có thể giảm lượng phân bón vô cơ để canh tác lúa.

- Giống lúa: Jasmine 85, OM 6976

- Bón phân: Bón phân đạm, lân và Kali theo từng đợt với lượng và thời gian bón theo bảng hướng dẫn

### Công thức phân bón được khuyến cáo:

Thời kỳ bón	Tỉ lệ bón mỗi lần		
	Đạm	Lân	Kali
1. Ra rễ	25%	60%	30%
2. Thúc chồi *	40%	40%	35%
3. Thúc đòng *	35%	0%	35%
Tổng cộng	100%	100%	100%

Ghi chú \*: Sử dụng bảng so màu lá để xác định đúng ngày bón phân đạm vào khoảng thời gian này.

Loại đất	Lượng phân bón (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
+ Đất phù sa	60-70	20-30	30-50

#### - Quản lý nước:

+ Giai đoạn cây mạ (0-7 NSS): rút cạn nước trước khi sạ và giữ khô mặt ruộng trong vòng 3 ngày sau khi gieo, ngày thứ 4 cho nước thải ao nuôi cá tra vào làm láng mặt ruộng 1 ngày sau đó rút cạn để đảm bảo đủ ẩm bề mặt ruộng.

+ Giai đoạn đẻ nhánh – làm đòng (7-42 NSS): Đưa nước thải ao nuôi cá tra trên mặt ruộng ở mức 5-7 cm. Trong giai đoạn này không châm thêm nước thải vô ruộng lúa cho tới khi mực nước trên ruộng cạn mới tiếp tục bơm thêm nước vào.

+ Giai đoạn trổ (42-65 NSS): Giữ nước thải trong ruộng ở mức 3-5 cm.

+ Giai đoạn chín (65-95 NSS): Giữ nước thải trong ruộng ở mức 2-3 cm cho đến giai đoạn chín vàng (7-10 ngày trước khi thu hoạch) tháo cạn nước trong ruộng.

- Phòng trừ sâu bệnh hại: sử dụng các loại thuốc bảo vệ thực vật theo kinh nghiệm của nông dân để phòng trừ bệnh hại cho cây lúa.

## CHƯƠNG 5

### KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

#### 5.1 Kết luận

Nồng độ các chất ô nhiễm có trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh gia tăng đáng kể, tăng dần theo tuổi cá và lượng thức ăn cung cấp. Càng về cuối vụ nuôi nồng độ các chất như đạm và lân có xu hướng tăng. Nước thải từ ao nuôi cá tra tại khu vực nghiên cứu không được xử lý trước khi thải ra môi trường tiếp nhận, đều cao hơn QCVN 08-MT:2015/BTNMT (cột B1). Thành phần và tính chất của nước thải ao nuôi cá tra thông qua một số chỉ tiêu cơ bản như COD, TKN, TP và dao động trung bình từ 45,33 – 82,56 mg/L đối với COD; 8,59 – 11,48 mg/L đối với TKN và 0,84 – 1,87 mg/L đối với TP. Trung bình tải lượng COD, TKN và TP của ao nuôi cá tra thâm canh gia tăng theo thời gian nuôi dao động trong khoảng 1,90 – 5,37 tấn/ha/ngày; 0,19 – 1,46 tấn/ha/ngày và 0,01 – 0,53 tấn/ha/ngày tương ứng. Tải lượng ô nhiễm trung bình của một vụ nuôi cá tra thâm canh là 533,67 tấn COD/ha; 148,33 tấn TKN/ha và 44,50 tấn TP/ha.

Các chỉ tiêu nước thải ao cá tra pH, DO, độ đục, EC, COD, TKN,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ , TP có sự chênh lệch rõ rệt sau khi đi qua ruộng lúa, hàm lượng đạm lân trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh đều giảm khi qua ruộng lúa. Hiệu suất loại bỏ đạm, lân có trong nước thải được cây lúa hấp thu, chuyển hóa và tích lũy trong sinh khối, nhiều nhất là bộ phận trên mặt đất khi cây lúa phát triển sau 12 tuần thí nghiệm trong vụ lúa Đông Xuân và Hè Thu. Hiệu suất xử lý tổng nitơ Kjeldahl (TKN) đối với điều kiện bón NPK là 63,7% thấp hơn điều kiện bón bổ sung 2/3 NPK (67,5%) và điều kiện chỉ bón bổ sung Kali (73,1%). Tương tự đối với tổng lân (TP), ở điều kiện bón bổ sung Kali (84,6%) có hiệu suất xử lý cao hơn các nghiệm thức còn lại và ở điều kiện bón bổ sung NPK (78,4%) cho hiệu suất thấp hơn các nghiệm thức khác. Ngoài ra, hiệu suất loại bỏ đạm, lân luôn tăng theo thời gian sinh trưởng và phát triển của lúa. Hiệu suất xử lý ở giai đoạn cây mạ đạt 45,99% (TKN) và 37,23% (TP) thấp hơn các giai đoạn khác và ở giai đoạn cây lúa chín sấp đạt 72,33% (TKN) và 70,92% (TP) cao hơn các giai đoạn còn lại. Phần trăm vật chất khô của đạm, lân, Kali giảm dần theo thời gian sinh trưởng của cây lúa. Trung bình tích lũy hàm lượng đạm, lân và Kali trong thân lá có sự gia tăng đáng kể so với ban đầu, điều này chứng tỏ cây lúa đã hấp thu các dưỡng chất trong đất, trong nước để phát triển và tích lũy chất dinh dưỡng trong thân, lá và trong hạt của chúng.

Thông qua các vai trò hấp phụ của đất đối với chất hữu cơ, đạm, lân đã làm giảm các tác nhân gây phú dưỡng hóa đối với môi trường nước. Chất hữu



cơ trong đất của các nghiệm thức tưới nước ao cá tra ở khoảng (6,16-6,74%) nằm trong khoảng khá giàu chất hữu cơ. Đạm tổng số trong đất trong khoảng (0,27-0,31%) được đánh giá là giàu đạm. Lân tổng số trong đất trong khoảng (0,047-0,077%) được đánh giá là trung bình. Kết quả nghiên cứu từ các thí nghiệm trong vụ lúa Đông Xuân và Hè Thu cho thấy được tái sử dụng nước thải để tưới lúa không chỉ góp phần cho đất lúa ổn định về các thành phần lý hóa mà còn có khả năng bù lại cho đất các chất dinh dưỡng đã mất đi do cung cấp cho quá trình sinh trưởng của cây lúa.

Kết quả nghiên cứu của đề tài cho thấy được khả năng xử lý ô nhiễm nước thải ao nuôi ao nuôi cá tra thâm canh bằng ruộng lúa, góp phần làm giảm thiểu những tác động xấu của hoạt động nuôi cá tra đến chất lượng môi trường nước mặt, giảm thiểu sử dụng lượng phân hóa học trên đồng ruộng trong quá trình sản xuất lúa. Bên cạnh đó, theo Quyết định của Bộ NN&PTNT về Quy hoạch nuôi, chế biến cá tra vùng ĐBSCL đến năm 2020 về khía cạnh môi trường là kết hợp với trồng trọt nghiên cứu sử dụng chất thải từ ao nuôi cá tra làm phân bón cho cây trồng, giảm nguồn gây ô nhiễm xả thải trực tiếp ra môi trường tự nhiên. Đây là cơ sở để triển khai và áp dụng thực tế mô hình ao nuôi cá tra thâm canh – ruộng lúa ở đồng bằng sông Cửu Long và các tỉnh khác có điều kiện nuôi cá tra và trồng lúa tương tự.

## **5.2 Kiến nghị**

Nghiên cứu thêm ở nhiều vụ lúa khác nhau với các nhiều loại giống lúa khác nhau để có thể đánh giá sâu hơn về vai trò của cây lúa trong việc hấp thu đạm lân trong nước thải ao nuôi cá.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### TIẾNG VIỆT

1. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, 2010. Dự án quy hoạch và phát triển sản xuất và tiêu thụ cá tra ở vùng ĐBSCL năm 2010 định hướng đến năm 2020.
2. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2014. Báo cáo “Kết quả thực hiện kế hoạch 4 tháng năm 2014 ngành nông nghiệp và phát triển nông thôn. Trung tâm tin học và thống kê. Hà Nội.
3. Bộ Thủy sản, 2006 Hội thảo “Quy hoạch sản xuất và tiêu thụ cá tra, basa vùng ĐBSCL đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020” tại Cần Thơ.
4. Cao Ngọc Diệp, Nguyễn Thị Xuân My và Nguyễn Tân Bình, 2012. Ứng dụng chế phẩm sinh học xử lý nước – bùn đáy ao cá tra nuôi công nghiệp. *Tạp chí Khoa học trường Đại học Cần Thơ*. Tạp chí số 23a (2012), trang 1-10.
5. Cao Văn Thích, 2008. Chất lượng nước và tích lũy vật chất dinh dưỡng trong ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh ở Quận Ô Môn, Thành phố Cần Thơ. Luận văn tốt nghiệp cao học ngành Nuôi trồng thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ. 104 trang.
6. Châu Minh Khôi, Nguyễn Văn Chí Dũng và Châu Thị Nhiên, 2012. Khả năng xử lý đạm, lân hữu cơ hòa tan trong nước thải ao nuôi cá tra của lục bình (*Echhorina crassipes*) và cỏ vetiver (*vetiver zizanioides*). *Tạp chí khoa học* 2012:21b 151 – 160. Đại học Cần Thơ.
7. Chau Thi Đa, Ken Phillips, Thái Huỳnh Phương Lan, 2012. Một số vấn đề về môi trường & những cơ hội cho giáo dục đại học liên quan đến việc sử dụng nguồn nước từ các trang trại nuôi cá tra (*Pangasius hypophthalmus*) ở đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam. Khoa Nông Nghiệp và Tài Nguyên Thiên Nhiên. Đại Học An Giang. Building Biodiversity Conservation Capacity to Ensure Environmental Protection in Vietnam, pp 512-523.
8. Chi cục Thủy sản Cần Thơ, 2012. Báo cáo Kết quả thực hiện công tác năm 2012 và kế hoạch công tác năm 2013. Sở Nông Nghiệp và PTNT Thành phố Cần Thơ, số 422/BV-CCTS.
9. Chi cục Thủy sản Cần Thơ, 2013. Báo cáo tổng kết năm 2013 và phương hướng, kế hoạch năm 2014. Sở Nông Nghiệp và PTNT Thành phố Cần Thơ.

10. Chi cục Thủy sản Cần Thơ, 2014. Báo cáo tình hình thực hiện năm 2014 và kế hoạch 2015. Sở Nông Nghiệp và PTNT Thành phố Cần Thơ.
11. Chi cục Thủy sản tỉnh Vĩnh Long, 2013. Báo cáo Kết quả thực hiện công tác năm 2012 và kế hoạch hoạt động năm 2013. Sở Nông Nghiệp và PTNT tỉnh Vĩnh Long. Cục thống kê An Giang, 2013. Báo cáo kết quả điều tra thủy sản thời điểm 01/11/2013. Tổng cục thống kê, số 719/BC-CTK.
12. Dương Công Chinh và Đồng An Thụy, 2009. Phát triển nuôi cá tra ở ĐBSCL và các vấn đề môi trường cần giải quyết. Trung tâm nghiên cứu Môi trường & Xử lý nước - Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam - Hội đập lớn và phát triển nguồn nước Việt Nam. Truy cập từ trang <http://www.vncold.vn/Web/Content.aspx?distid=1952>
13. Dương Nhật Long, 2007. Tài liệu tập huấn phát triển bền vững mô hình nuôi cá tra thâm canh trong ao đất ở vùng đồng bằng sông Cửu Long. 15 trang.
14. Dương Nhật Long, Nguyễn Anh Tuấn và Lê Sơn Trang, 2004. Nuôi cá tra - *Pangasius hypophthalmus sauvage* – thương phẩm trong ao đất ở vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long. *Tạp chí nghiên cứu khoa học*, 2004. Chuyên ngành thủy sản. Đại Học Cần Thơ. Tr. 65 – 73 (Tiếng Việt)
15. Dương Thúy Yên, 2003. Khảo sát một số tính trạng, hình thái, sinh trưởng và sinh lý của cá basa (*P. Bocourti*) và cá tra (*P. Hypophthalmus*) và con lai của chúng. Luận văn thạc sĩ ngành Nuôi trồng thủy sản. Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ. 58 trang.
16. Lâm Trường Ân, Trương Hoàng Minh và Nguyễn Thanh Phương, 2010. So sánh hiệu quả tải chính – kỹ thuật trong nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus, Sauvae 1878*) giữa hai vùng nước ngọt và vùng nhiễm mặn ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học*, trường Đại học Cần Thơ, quyển 14 – 2010: 341-353.
17. Lê Anh Tuấn và *ctv.*, 2009. Đất ngập nước kiến tạo. Nhà xuất bản Nông Nghiệp. Thành phố Hồ Chí Minh.
18. Lê Anh Tuấn, 2007. Xử lý nước thải các ao nuôi cá nước ngọt bằng đất ngập nước kiến tạo. Hội thảo “Quản lý và xử lý ao nuôi thủy sản” – Sở Tài nguyên và Môi trường An Giang, 8/2007. Bộ môn Kỹ thuật môi trường và Tài nguyên nước. Khoa Công nghệ. Đại học Cần Thơ.
19. Lê Anh Tuấn, 2008. Nước cho nuôi trồng thủy sản trong chiến lược quy hoạch thủy lợi đa mục tiêu ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học* 2008 Vol 2. Trường Đại học Cần Thơ, tr.205-209.

20. Lê Anh Tuấn, 2009. Giáo trình Hệ thống tưới – tiêu. Nhà xuất bản Trường Đại học Cần Thơ.
21. Lê Bảo Ngọc, 2004. Đánh giá chất lượng môi trường ao nuôi cá tra (*Pangasius hypophthalmus*) thâm canh ở xã Tân Lộc, huyện Thốt Nốt, thành phố Cần Thơ. Luận văn Thạc sĩ Chuyên ngành Khoa học Môi trường. Khoa Nông Nghiệp & SHƯĐ. Đại học Cần Thơ.
22. Lê Hoàng Việt, 2002. Giáo Trình Phương Pháp Xử Lý Nước Thải. Trường Đại Học Cần Thơ.
23. Lê Huy Bá, 2000. Sinh thái môi trường đất. NXB Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.
24. Lê Lệ Hiền, 2008. Phân tích tình hình cung cấp và sử dụng giống cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) ở Đồng Bằng Sông Cửu Long. Luận văn tốt nghiệp cao học ngành nuôi trồng thủy sản. Khoa Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ. 130 trang.
25. Lê Văn Cát, Đỗ Thị Hồng Nhung và Ngô Ngọc Cát, 2006. Nước nuôi thủy sản – chất lượng và giải pháp cải thiện chất lượng. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật, tr.414.
26. Lê Văn Khoa, 2002. Nông nghiệp và môi trường. Nhà xuất bản Giáo dục.
27. Lê Vĩnh Thúc, Võ Thị Thảo Nguyên và Chu Văn Hách, 2015. Nghiên cứu hiệu quả sử dụng phân bón cho lúa cao sản OM4900 trên đất phù sa tại huyện Vũng Liêm, tỉnh Vĩnh Long.
28. Lương Đức Phẩm, 2002. Công nghệ xử lý nước thải bằng biện pháp sinh học. Nhà xuất bản giáo dục.
29. Lưu Văn Lợi, 2011. Hiệu quả xử lý nước thải từ bể ương cá trê lai giống bằng hệ thống đất ngập nước. Luận văn Thạc sĩ Chuyên ngành Khoa học Môi trường. Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên. Đại học Cần Thơ.
30. Ngô Ngọc Hưng (2009). Tính chất tự nhiên và những tiến trình làm thay đổi độ phì nhiêu của đất đồng bằng sông Cửu Long. Nhà xuất bản Nông nghiệp.
31. Ngô Ngọc Hưng, Đỗ Thị Thanh Ren và Võ Thị Gương (2004). Giáo trình phì nhiêu đất. NXB Trường Đại học Cần Thơ.
32. Ngô Thị Đào và Vũ Hữu Yêm, 2005. Đất và phân bón. Nhà xuất bản Đại học Sư phạm
33. 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 cát vận hành với mức tải nạp thủy lực cao. *Tạp chí Khoa học* 2012:21b 161-171. Đại học Cần Thơ.

34. Nguyễn Hữu Lộc, 2009 sự biến đổi chất lượng trong hệ thống nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh ở các quy mô khác nhau. Luận văn tốt nghiệp Cao học ngành Khoa học Môi trường. Đại học Cần Thơ. Cần Thơ.
35. Nguyễn Mỹ Hoa, Lê Văn Khoa và Trần Bá Linh, 2012. Giáo trình hóa lý đất. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ. 106 trang.
36. Nguyễn Ngọc Đệ, 2008. Giáo trình Cây lúa. Viện Nghiên cứu phát triển đồng bằng sông Cửu Long. Trường Đại học Cần Thơ.
37. Nguyễn Phan Nhân, 2011. Đánh giá tải lượng ô nhiễm COD, TKN, TP của ao ương thâm canh cá tra tại phường Thới An, quận Ô Môn, thành phố Cần Thơ. Luận văn Thạc Sĩ. Đại học Cần Thơ
38. Nguyễn Thanh Phương, Nguyễn Văn Hảo, Bùi Minh Tâm, Phan Thanh Lâm, Võ Minh Sơn, Nguyễn Nhứt, Dương Nhứt Long, Thuy – Nguyen TT Geoff J. Gooley, Brett A. Ingram và Sena S. De Silva, 2011. Phiên bản 3.0 “Quy tắt thực hành quản lý tốt hơn cho nuôi cá tra ở Đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam”. “Hội thảo quốc gia về BMP cho cá tra” tổ chức ngày 23 và 24 tháng 11 năm 2010 tại thành phố Long Xuyên, An Giang. Dự án “Xây dựng quy phạm thực hành quản lý tốt hơn cho nghề nuôi cá tra ở ĐBSCL, Việt Nam (001/07VIE). 83 trang.
39. Nguyễn Thanh Phương, Trần Ngọc Hải và Dương Nhứt Long, 2009. Giáo trình nuôi trồng thủy sản. Trường Đại Học Cần Thơ.
40. Nguyễn Thị Bé Phúc, 2008. Khảo sát tác động của chất thải từ ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) lên môi trường nước xung quanh và sử dụng bùn đáy ao cho canh tác lúa ở huyện Châu Phú và Phú Tân tỉnh An Giang. Luận văn cao học. Khoa Môi Trường và Tài nguyên Thiên nhiên. Đại học Cần Thơ.
41. Nguyễn Thị Kim Thái và Lê Thị Hiền Thảo, 2003. Sinh thái học và bảo vệ môi trường. Nhà xuất bản Xây Dựng. 248 trang.
42. Nguyễn Tiền Giang, Trần Ngọc Anh, Nguyễn Thanh Sơn, Trần Anh Phương, Ngô Chí Tuấn và Nguyễn Đức Hạnh, 2009. Đánh giá hiện trạng và dự báo nguy cơ ô nhiễm nguồn nước do nuôi trồng thủy sản nước mặn, lợ tỉnh Quảng Trị. *Tạp chí khoa học trường Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 25, Số 1S (2009) 46-59
43. Nguyễn Văn Bộ (chủ biên), Bùi Huy Hiền, Hồ Quang Đức, Nguyễn Công Vinh, Nguyễn Văn Vân, Roland J. Buresh, 2009. Hướng dẫn Quản lý dinh dưỡng cho cây lúa theo vùng đặc trưng ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội. 257 trang.
44. Nguyễn Văn Hòa, Nguyễn Quốc Lý, Đào Quang Hưng và Lê Thanh Tùng, 2006. Giới thiệu Giống và thời vụ sản xuất lúa ở Đồng bằng sông

- Cửu Long. Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn, Cục Trồng trọt. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Tp. Hồ Chí Minh. 105 trang.
45. Nguyễn Văn Luật, 2003 Hiệu quả kinh tế của những mô hình Nông, Lâm, Ngư trong vùng” Kết quả nghiên cứu hệ thống canh tác năm 1991, trường Đại học Cần Thơ, trang 33- 43.
  46. Nguyễn Văn Thuận, 2015. Giải pháp phát triển thị trường cá tra ở đồng bằng sông Cửu Long. Luận án Tiến sĩ ngành Kinh tế Nông nghiệp. Trường Đại học Cần Thơ.
  47. Nguyễn Văn Thường và ctv., 2008. Khảo sát thành phần loài cá tron họ *Pangasiidae* ở Đồng bằng sông Cửu Long. Khoa Thủy sản. Trường Đại học Cần Thơ.
  48. Phạm Quốc Nguyên, Lê Hồng Y, Nguyễn Văn Công, Trương Quốc Phú, 2013. Diễn biến một số chỉ tiêu chất lượng nước trong ao nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) thâm canh. Kỷ yếu hội nghị khoa học “Môi trường – Tài nguyên thiên nhiên – Biến đổi khí hậu vùng Đồng Bằng Sông Cửu Long”. Đại học Cần Thơ.
  49. Phạm Sỹ Tân và Chu Văn Hách, 2013. Bón phân cho lúa vùng Đồng bằng sông Cửu Long. Viện Khoa học Kinh tế Nông nghiệp Miền Nam. Pp 154-167.
  50. Phạm Văn Dư và Lê Thanh Tùng, 2011. Bài tham luận “Thành tựu và giới hạn của việc áp dụng giống lúa cao sản ở ĐBSCL”. Hội thảo “Sản xuất nông nghiệp: làm sao để kết hợp môi trường và hiệu quả kinh tế?” – Đại học Mở Tp. Hồ Chí Minh ngày 09/06/2011.
  51. Phan Thị Công, Trần Đăng Dũng, Đỗ Thị Thanh Trúc, Nguyễn Đức Hoàng và Mai Thanh Trúc, 2012. Chất lượng nước và bùn thải từ ao nuôi cá tra và ảnh hưởng đến môi trường sản xuất nông nghiệp ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Nông nghiệp và PTNT*, số 1, năm 2012, trang 68-72.
  52. Phân viện kinh tế và quy hoạch thủy sản phía Nam, 2008. Dự án Quy hoạch sản xuất và tiêu thụ cá tra vùng đồng bằng sông Cửu Long đến năm 2010 và định hướng đến năm 2020. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Tháng 9 năm 2008. 106 trang
  53. Sở Tài nguyên-Môi trường thành phố Cần Thơ, 2007. Báo cáo tham luận về ô nhiễm môi trường và phát triển bền vững nuôi trồng thủy sản ở thành phố Cần Thơ. Hội Đập lớn và Phát triển nguồn nước Việt Nam.
  54. Tổng cục thống kê An Giang, 2013. Báo cáo kết quả điều tra thủy sản từ thời điểm 01/11/2013. Tỉnh An Giang
  55. Trần Hiếu Nhuệ, 2001. Thoát Nước Và Xử Lý Nước Thải Công Nghiệp. Nhà Xuất Bản Khoa Học Kỹ Thuật. Hà Nội.

56. Trần Kim Hoàng, 2008. Khảo sát chất lượng ao nuôi cá tra ở An Giang và một số biện pháp xử lý. Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ ngành Sinh thái học. Khoa Nông nghiệp. Trường Đại học Cần Thơ. 97 trang
57. Trần Quang Tuyền, 1980. Trắc nghiệm khả năng chịu phèn của tập đoàn giống lúa tại vùng phèn nhiều Hòa An, Phụng Hiệp, Hậu Giang. Khoa Trồng Trọt – Bộ môn Cây lúa. Trường Đại học Cần Thơ. 37 trang
58. Trần Thị Cúc Hòa, Phạm Trung Nghĩa, Huỳnh Thị Phương Loan, Phạm Thị Hường, Hồ Thị Huỳnh Như, Đồng Thanh Liêm, Lê Thị Yến Hương, Nguyễn Trần Hải Bằng và Hà Minh Luân, 2013. Nghiên cứu chọn tạo giống lúa giàu vi chất dinh dưỡng có năng suất, chất lượng cao. Hội thảo Quốc Gia về Khoa học Cây trồng lần thứ nhất. Viện Khoa học Nông nghiệp Việt Nam. Trang 204 – 211.
59. Trần Văn Chính, 2006. Giáo trình thổ nhưỡng học. Nhà xuất bản Nông nghiệp. 364 trang
60. Trương Hoàng Đan, Trương Thị Nga, Lê Nhật Quang và Bùi Trường Thọ, 2009. Diễn biến hàm lượng đạm trong hệ thống xử lý nước thải trồng cây Điền Điền (*Sesbania Sesban*). *Tạp chí Trường Đại học Cần Thơ*. Số 12 (2009). Trang 1 – 8.
61. Trương Hoàng Minh, Bùi Thị Kiều Oanh, Trần Thị Nhật Quyên và Phạm Thị Kim Oanh, 2012. So sánh hiệu quả kỹ thuật và kinh tế giữa hình thức nuôi cá tra (*Pangasianodon hypophthalmus*) liên kết và không liên kết ở thành phố Cần Thơ và tỉnh Vĩnh Long. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn – Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*, quyển 7-2012: 61-67.
62. Trương Thị Nga và Hồ Liên Huệ, 2009. Hiệu quả xử lý nước thải chăn nuôi bằng Sậy (*Phragmites spp.*). *Tạp chí Khoa học* 2009:12. Trường Đại học Cần Thơ. Trang 25-32.
63. Trương Thị Nga và Lưu Văn Lợi, 2012. Hiệu quả xử lý nước thải từ bể ương cá trê lai giống bằng hệ thống đất ngập nước kiến tạo trồng Ngải hoa và Thủy trúc. *Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn*. Số tạp chí 1 (2012) trang 132.
64. Trương Thị Nga và Ngô Thụy Diễm Trang, 2013. Giáo trình Sử dụng đất ngập nước nhân tạo kiểm soát ô nhiễm môi trường. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ

## TIẾNG ANH

1. Aftab Alam and Y. S. Al-Hafedh, 2006. Diurnal dynamics of water quality parameters in an aquaculture system based on recirculating

- green water technology. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management* June, 2006. Vol. 10 (2) 19-21.
2. Bhatnagar A. and P. Devi, 2013. Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International journal of environmental sciences* Volume 3, No 6 (2013) 1980-1997.
  3. Bartone, C. R., and S. A. Arlosoroff. 1987. Irrigation reuse of pond effluent in developing countries. *Water Science and Technology* 19:289-29
  4. Bosma, H. R., T. T. C. Hanh and J., Potting, 2009. Environmental Impact Assessment of the Pangasius sector in the Mekong Delta. Wageningen University, pp. 58.
  5. Boyd C. E and F. Lichtkoppler, 1979. Water quality management in pond fish culture. Research and Development Series No.22. International Center for Aquaculture Agricultural Experiment Station. Auburn University, Auburn, Alabama.
  6. Boyd C. E. and Queiroz, J. F., 2001. Nitrogen, Phosphorus loads vary by system: USEPA Shoould Consider System Variables in Setting New Effluent Rules. *The Advocate*, 4, 84-86.
  7. Boyd Claude E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Research and Development Series No. 43. International Center for Aquaculture and Aquatic Environments, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.
  8. Boyd, C.E., 1985. Chemical budgets of channel catfish ponds. *Journal Transactions of the American Fisheries Society*. Volume 114: 291–298.
  9. Boyd, C.E., 1990. Water quality in ponds for aquaculture. Birmingham Publishing Company, Birmingham, Alabama, pp. 269.
  10. Brix Hans, 2003. Plants used in constructed wetlands ang their funtion. 1<sup>st</sup> International Seminar on The use of aquatic macrophytes for wastewater treatment in constructed wetlands May 8-10, 2003. Portugal.
  11. Cao Van Phung, Nguyen Be Phuc, Tran Kim Hoang and Bell, R.W., 2010. Nutrient recovery by rice crops as a treatment for aquaculture solid waste: crop yield, nutrient status and nutrient budgets. Technical Report CARD Project VIE/06/023. Cuu Long Rice Research Institute, O Mon.
  12. Cowey, C. B., Cho, C. Y., editors. 1991. Nutritional Strategies and Aquaculture Waste. International Symposium on Nutritional Strategies in Management of Aquaculture. University of Guelph, 275 pp



13. Dang Kieu Nhan, Nguyen Van Be and Nguyen Hieu Trung, 2007. Chapter 4: Water Use and Competition in the Mekong Delta, Viet Nam. Challenges to sustainable development in the Mekong Delta: regional and national policy issues and research needs. The Sustainable Mekong Research Network. pp.143-188.
14. Dobermann A., and T.H.Fairhurst (2000), Rice: nutrient disorders and nutrient management, Potash and Phosphate Institute, International. Rice Research Institute, Singapore, Makati city.
15. FAO, 1987. Site selection for aquaculture: chemical features of water. United Nations Development programme food and agriculture organization of the United nations Nigerian institute for Oceanography and marine research project RAF/82/09.
16. Folke, C., and N. Kautsky (1992), Aquaculture with its environment: prospects for sustainability, *Ocean Coastal Manage* 17, pp. 5-24.
17. Giang, H. T., V. N. Ut and N. T. Phuong (2008), Study on water quality of intensive catfish culture (*Pangasianodon hypophthalmus* ) ponds in An Giang province, *Scientific Journal of Can Tho University* (Special Issue on Aquaculture and Fisheries) 1, pp. 1–9.
18. Gross A., Claude. E. Boyd and C. W. Wood, 2000. Nitrogen transformations and balance in channel catfish ponds. *Aquacultural Engineering* 24 (2000) 1-14.
19. Hakanson, L., Ervik A., Makinen T. and Moller B., 1988. Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farm. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, pp. 103.
20. Kiracofe, B.D., 2000. Performance evaluation of the town of Monterey wastewater treatment plant utilizing subsurface flow constructed wetlands. Master Thesis, Polytechnic Institute and State University.
21. Knud-Hansen C.F., 1998. Pond fertilization: Ecological approach and practical application. Oregon State University, Corvallis.
22. Lam T. Phan, Tam M. Bui, Thuy T.T. Nguyen, Geoff J. Gooley, Brett A. Ingram, Hao V. Nguyen, Phuong T. Nguyen, Sena S. De Silva, 2009. Current status of farming practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture*, Vol. 296, Issues 3-4, 16 November 2009, pp. 227-236.
23. Nelly A. Isyagi, Karen L. Veverica, Rashid Asiimwe and William H. Daniels, 2009. Manual for the Commercial Pond Production of the African Catfish in Uganda. Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama, USA.

24. Neospark, 2012. Water quality and water quality management in aquaculture. In <http://www.neospark.com/Aquaculture/>
25. Olsen L.M., Marianne Holmer and Yngvar Olsen, 2008. Perspectives of nutrient emission from fish aquaculture in coastal water (Literature review with evaluated state of knowledge). The Fishery and Aquaculture Industry Research Fund.
26. Phan Thi Anh, Kroeze C., Bush S. R., and Mol A. P. J., 2010. Water pollution by *Pangasius* production in the Mekong Delta, Vietnam: causes and options for control. *Aquaculture Research* 42. pp. 108 – 128.
27. Phan, L. T., T. M. Bui, T. T. T. Nguyen, G. J. Gooley, B. A. Ingram, H. V. Nguyen, P. T. Nguyen and S. S. De Silva (2009), Current status of farming practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture* 296(3-4), pp. 227-236.
28. Phung, C. V., Phuc, N. B, Hoang, T. K. and Bell, R. W., 2009. Recycling of fishpond waste for rice cultivation in the Cuu Long Delta Vietnam. In Better Aquaculture Management Practices Workshop and Field Day, 2-3 July, Nha Trang, Viet Nam.
29. Phuong, N. T., D. T. H. Oanh, 2009. Striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) aquaculture in Viet Nam: an unprecedented development within a decade. *Success Stories in Asian Aquaculture*, Springer, NACA and IDRC, Dordrecht, Bangkok and Ottawa, pp. 133-149.
30. Pillay, T.V.R., 1992. *Aquaculture and the Environment*. Fishing Book News. London, 189 pp.
31. Pullin, R. S. V. (1993), An overview of environmental issues in developing-country aquaculture. In: R.S.V. Pullin, H. Rosenthal and J.L. Maclean (Editors). *Ecological & Environment, Environment and Aquaculture in Developing Countries* 31, pp. 1-19.
32. Schneider O., V. Sereti, E. H. Eding and J. A. J. Verreth, 2005. Analysis of nutrient flows in integrated intensive aquaculture systems. *Aquaculture* 32, (No. 3 – 4), pp. 379 – 401.
33. Schwartz, M. F., and C. E., Boyd (1994). Effluent quality during harvest of channel catfish from watershed ponds. *Progressive Fish-Culturist* 56 (4), pp. 25-32.
34. Sena S. De Silva, Brett A. Ingram, Phuong T. Nguyen, Tam M. Bui, Geoff J. Gooley and Giovanni M. Turchini, 2010. Estimation of Nitrogen and Phosphorus in Effluent from the Striped Catfish Farming

Sector in the Mekong Delta, Vietnam. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, Vol. 39, No. 7, pp. 504-514.

35. Tovar, A., C. Moreno, M. P. Manuel-Vez, M. Garcia-Vargas (2000), Environmental impacts of intensive aquaculture in marine waters, *Water Resources* 34, pp. 334-342.
36. Wellborn T.L., 2000. Catfish farmer's handbook. University of California Davis. California Aquaculture.

## PHỤ LỤC A

### Phụ lục A1. Thành phần tính chất nước thải trung bình của các ao nuôi cá tra ở một số vùng trọng điểm ở ĐBSCL

Địa điểm	Ao	Diện tích (m <sup>2</sup> )	Mật độ (con/m <sup>2</sup> )	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	TP (mg/L)
Hồng Ngự - Đông Tháp	Ao 1	2200	45	7.21	4.06	50.70	12.19	3.43
	Ao 2	1800	50	7.15	3.84	60.10	11.31	3.21
	Ao 3	3500	50	7.23	3.68	66.30	12.05	3.56
Châu Thành - An Giang	Ao 1	3000	65	6.53	5.25	62.50	7.05	1.79
	Ao 2	1700	70	6.92	4.23	80.60	7.21	1.85
	Ao 3	2500	70	6.88	4.57	85.90	7.39	2.00
Long Hồ - Vĩnh Long	Ao 1	2000	40	7.08	3.58	69.70	10.05	2.97
	Ao 2	2300	35	7.10	3.64	52.30	9.25	2.65
	Ao 3	3500	60	6.95	4.81	78.20	10.21	3.05
Vĩnh Thạnh - Cần Thơ	Ao 1	1350	80	6.85	4.26	82.41	9.00	3.00
	Ao 2	3000	75	6.83	3.58	72.97	10.03	2.92
	Ao 3	700	60	6.34	4.52	75.29	9.68	2.95

### Phụ lục A2. Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lý trong nước ao nuôi cá tra.

Thời điểm theo dõi tương ứng sau khi thả cá (ngày)	pH	DO	COD	TKN	TP
50	7,39	3,96	40,0	8,4	0,82
	7,28	3,66	48,0	8,4	0,87
	7,4	3,55	48,0	8,96	0,83
60	7,29	3,89	53,33	8,96	0,89
	7,58	3,65	53,33	8,96	0,92
	7,28	3,76	53,33	8,96	0,94
70	7,75	4,12	71,11	9,52	0,94
	7,81	4,17	62,22	8,96	0,94
	7,69	4,36	62,22	9,52	0,95
100	6,99	4,22	79,67	9,15	0,92
	7,12	3,94	82,94	9,33	0,94
	7,37	4,68	73,14	8,77	0,97
110	7,1	4,1	77,45	9,55	1,33
	6,97	4,1	70,65	10,05	1,15
	7,1	3,95	75,19	9,86	1,35
120	6,85	4,26	82,41	9,05	0,91
	6,83	3,58	81,97	9,05	0,88
	6,34	4,52	83,29	9,24	0,9

Thời điểm theo dõi tương ứng sau khi thả cá (ngày)	pH	DO	COD	TKN	TP
150	6,65	3,23	76,8	11,66	1,83
	6,68	3,36	78,8	11,36	1,81
	6,64	3,3	79,13	11,41	1,96
160	6,95	3,8	80,57	11,0	2,3
	6,75	3,9	83,15	10,8	1,4
	6,75	4,15	78,32	10,71	1,15
170	7,15	4,0	79,3	11,3	2,17
	6,77	3,75	82,1	11,15	1,55
	7,0	4,6	80,57	11,23	1,57

**Phụ lục A3. Kết quả đo lưu lượng và nồng độ các chỉ tiêu của nguồn cấp**

	Nguồn cấp				
	Q (m <sup>3</sup> /s)	H <sub>1</sub> -H <sub>2</sub> (m)	C (mg/L)		
			COD	TKN	TP
Tháng 1	0,146	0,012	6,34	1,45	0,05
	0,189	0,020	7,23	1,4	0,07
	0,164	0,015	5,89	1,48	0,08
Tháng 2	0,189	0,020	11,34	1,2	0,14
	0,189	0,020	11,2	1,26	0,13
	0,152	0,013	10,54	1,43	0,23
Tháng 3	0,277	0,043	8,32	1,6	0,33
	0,243	0,033	8,78	1,63	0,39
	0,231	0,030	7,35	1,72	0,43
Tháng 4	0,283	0,045	5,39	1,32	0,22
	0,302	0,051	7,23	1,38	0,28
	0,316	0,056	7,89	1,45	0,31
Tháng 5	0,243	0,033	10,4	1,65	0,33
	0,289	0,047	10,76	1,52	0,3
	0,267	0,040	10,34	1,5	0,28
Tháng 6	0,286	0,046	11,32	1,23	0,38
	0,257	0,037	10,4	1,28	0,41
	0,296	0,049	10,41	1,12	0,33

**Phụ lục A4. Kết quả đo lưu lượng và nồng độ các chỉ tiêu của nguồn thải ao nuôi cá tra thâm canh**

	Nguồn thải				
	Q (m <sup>3</sup> /s)	H <sub>1</sub> -H <sub>2</sub> (m)	C (mg/L)		
			COD	TKN	TP
Tháng 1	0,463	0,120	28,23	3,45	0,16
	0,378	0,080	30,1	2,21	0,25
	0,489	0,134	29,45	3,67	0,19
Tháng 2	0,527	0,156	35,45	6,46	1,89
	0,505	0,143	33,33	5,96	1,22
	0,532	0,159	41,21	6,78	1,55
Tháng 3	0,555	0,173	34,67	10,15	2,56
	0,549	0,169	40,21	9,33	2,17
	0,566	0,180	43,14	8,77	2,83
Tháng 4	0,562	0,177	44,2	12,54	3,52
	0,566	0,180	46,8	13,25	3,35
	0,573	0,184	40,31	12,9	3,98
Tháng 5	0,587	0,193	46,4	14,26	4,16
	0,584	0,191	46,4	15,71	4,35
	0,594	0,198	50,32	15,91	4,09
Tháng 6	0,577	0,187	60,73	16,5	6,04
	0,573	0,184	74,12	15,2	5,79
	0,582	0,190	65,50	17,5	5,95

**Phụ lục A5. Kết quả tính toán tải lượng ô nhiễm nguồn cấp và nguồn thải**

	Tải lượng nguồn cấp (tấn/ha/ngày)			Tải lượng nguồn thải (tấn/ha/ngày)		
	COD	TKN	TP	COD	TKN	TP
Tháng 1	0,148	0,034	0,001	2,089	0,255	0,012
	0,218	0,042	0,002	1,819	0,134	0,015
	0,154	0,039	0,002	2,303	0,287	0,015
Tháng 2	0,343	0,036	0,004	2,991	0,545	0,159
	0,338	0,038	0,004	2,693	0,481	0,099
	0,257	0,035	0,006	3,511	0,578	0,132
Tháng 3	0,369	0,071	0,015	3,081	0,902	0,227
	0,341	0,063	0,015	3,531	0,819	0,191
	0,272	0,064	0,016	3,910	0,795	0,257
Tháng 4	0,244	0,060	0,010	3,973	1,127	0,316
	0,349	0,067	0,014	4,006	1,137	0,319
	0,399	0,073	0,016	4,289	1,214	0,307
Tháng 5	0,404	0,064	0,013	3,783	1,211	0,374
	0,498	0,070	0,014	4,332	1,467	0,406
	0,442	0,064	0,012	4,411	1,512	0,389
Tháng 6	0,519	0,056	0,017	4,649	1,524	0,558
	0,427	0,053	0,017	6,793	1,393	0,531
	0,492	0,053	0,016	6,099	1,630	0,554

**Phụ lục A6. Kết quả tính toán tải lượng trung bình ao nuôi**

	Tải lượng trung bình ao nuôi (tấn/ha/ngày)			Tải lượng trung bình ao nuôi (tấn/ha/tháng)		
	COD	TKN	TP	COD	TKN	TP
	<b>Tháng 1</b>	1,941	0,221	0,011	11,64	1,33
	1,600	0,091	0,013	9,60	0,55	0,08
	2,149	0,248	0,013	12,89	1,49	0,08
<b>Tháng 2</b>	2,649	0,509	0,155	39,73	7,63	2,33
	2,354	0,443	0,095	35,31	6,65	1,42
	3,254	0,543	0,126	48,81	8,14	1,90
<b>Tháng 3</b>	2,712	0,831	0,213	162,73	49,86	12,77
	3,191	0,756	0,175	191,44	45,37	10,53
	3,638	0,731	0,241	218,29	43,87	14,44
<b>Tháng 4</b>	3,728	1,067	0,306	223,70	64,04	18,38
	3,657	1,070	0,306	219,44	64,20	18,33
	3,890	1,141	0,291	233,39	68,45	17,48
<b>Tháng 5</b>	3,380	1,147	0,361	202,78	68,80	21,64
	3,834	1,396	0,392	230,03	83,78	23,53
	3,969	1,448	0,377	238,14	86,90	22,60
<b>Tháng 6</b>	4,130	1,468	0,541	247,80	88,08	32,43
	6,365	1,340	0,514	381,91	80,42	30,82
	5,607	1,577	0,538	336,41	94,60	32,31

**Phụ lục A7. Kết quả phân tích chỉ tiêu pH đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	pH									
	Tạo đất									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tân thân		Làm đòng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
<b>Nghiệm thức 1</b>	4,72	5,3	5,14	4,63	4,21	4,27	4,32	4,31	4,5	4,61
	4,81	4,92	4,78	4,58	4,25	4,16	4,41	4,12	4,41	4,58
	5,13	4,9	4,83	4,49	4,17	4,21	4,25	4,18	4,38	4,46
<b>Nghiệm thức 2</b>	4,82	5,19	4,85	4,6	4,21	4,27	4,39	4,24	4,48	4,63
	5,04	5,31	4,73	4,51	4,19	4,2	4,25	4,06	4,55	4,57
	4,96	4,72	5,01	4,49	4,16	4,17	4,14	4,11	4,64	4,69
<b>Nghiệm thức 3</b>	4,67	4,74	4,68	4,43	4,24	4,3	4,38	4,2	4,72	4,67
	4,79	4,76	4,71	4,52	4,14	4,27	4,21	4,29	4,61	4,7
	4,96	4,84	4,77	4,57	4,06	4,23	4,17	4,39	4,59	4,63
<b>Nghiệm thức 4</b>	4,73	5,45	5,27	4,74	3,95	4,12	4,46	4,2	4,61	5,02
	4,69	5,08	4,94	4,48	4,2	4,23	4,31	4,17	4,36	4,64
	4,84	5,14	4,86	4,57	4,14	4,19	4,28	4,14	4,7	4,8

**Phụ lục A8. Kết quả phân tích chỉ tiêu EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tạo đốt thân		Làm đồng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
Nghịệm thức 1	642	638	625	638	592	513	468	418	394	402
	676	684	658	671	614	477	480	478	436	420
	697	728	689	726	588	493	453	456	417	386
Nghịệm thức 2	763	784	646	653	622	485	497	453	405	413
	652	678	674	682	638	669	621	521	463	450
	738	763	688	697	720	537	606	517	428	397
Nghịệm thức 3	684	719	685	695	635	528	504	452	426	421
	661	658	623	619	589	502	473	469	438	445
	629	642	619	634	621	476	463	473	449	428
Nghịệm thức 4	668	686	671	674	648	468	473	446	424	431
	675	657	603	627	637	483	480	504	447	427
	658	647	623	615	593	490	503	483	452	462

**Phụ lục A9. Kết quả phân tích chỉ tiêu %C đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	%C									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tạo đốt thân		Làm đồng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
Nghịệm thức 1	3,70	3,72	3,66	3,65	3,62	3,63	3,58	3,63	3,50	3,55
	3,68	3,69	3,65	3,60	3,53	3,58	3,54	3,58	3,38	3,50
	3,84	3,91	3,87	3,79	3,69	3,72	3,64	3,66	3,55	3,63
Nghịệm thức 2	3,65	3,66	3,76	3,85	3,82	3,87	3,80	3,89	3,82	3,90
	3,68	3,72	3,90	3,95	3,91	3,96	3,91	3,99	3,86	3,94
	3,64	3,68	3,79	3,82	3,78	3,89	3,79	3,86	3,78	3,87
Nghịệm thức 3	3,66	3,68	3,76	3,85	3,77	3,85	3,43	3,61	3,46	3,62
	3,69	3,76	3,88	3,93	3,87	3,90	3,83	3,92	3,85	3,94
	3,68	3,73	3,76	3,81	3,73	3,81	3,74	3,85	3,76	3,84
Nghịệm thức 4	3,65	3,73	3,58	3,66	3,58	3,67	3,62	3,71	3,58	3,64
	3,73	3,90	3,79	3,83	3,79	3,83	3,78	3,87	3,76	3,86
	3,69	3,71	3,45	3,56	3,39	3,51	3,38	3,51	3,39	3,52



**Phụ lục A10. Kết quả phân tích chỉ tiêu %CHC đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	Chất hữu cơ %CHC									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tạo đốt thân		Làm đòng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
Nghiem thức 1	6,38	6,41	6,31	6,30	6,24	6,26	6,17	6,26	6,04	6,12
	6,34	6,36	6,28	6,21	6,08	6,17	6,11	6,18	5,83	6,03
	6,62	6,73	6,67	6,54	6,37	6,42	6,28	6,31	6,12	6,25
Nghiem thức 2	6,30	6,31	6,48	6,64	6,59	6,67	6,55	6,70	6,59	6,72
	6,34	6,42	6,73	6,81	6,74	6,83	6,74	6,88	6,65	6,80
	6,28	6,35	6,53	6,59	6,51	6,70	6,53	6,65	6,52	6,68
Nghiem thức 3	6,31	6,34	6,48	6,63	6,50	6,64	5,91	6,22	5,96	6,24
	6,37	6,49	6,69	6,78	6,67	6,73	6,60	6,75	6,63	6,79
	6,35	6,42	6,49	6,56	6,43	6,57	6,44	6,64	6,48	6,62
Nghiem thức 4	6,30	6,44	6,18	6,31	6,18	6,32	6,24	6,39	6,17	6,28
	6,43	6,73	6,53	6,60	6,53	6,61	6,52	6,68	6,48	6,65
	6,36	6,39	5,95	6,14	5,85	6,05	5,83	6,05	5,84	6,07

**Phụ lục A11. Kết quả phân tích chỉ tiêu N tổng (%N) đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	N tổng (%N)									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tạo đốt thân		Làm đòng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
Nghiem thức 1	0,31	0,32	0,30	0,31	0,29	0,31	0,28	0,29	0,27	0,28
	0,29	0,30	0,32	0,31	0,30	0,29	0,28	0,30	0,26	0,27
	0,27	0,28	0,32	0,33	0,31	0,32	0,29	0,30	0,27	0,28
Nghiem thức 2	0,30	0,32	0,31	0,30	0,29	0,31	0,29	0,30	0,27	0,29
	0,31	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,29	0,31
	0,28	0,31	0,29	0,30	0,29	0,30	0,30	0,31	0,26	0,28
Nghiem thức 3	0,30	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30	0,28	0,30
	0,29	0,31	0,31	0,31	0,30	0,31	0,30	0,31	0,29	0,31
	0,31	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,31	0,31	0,29	0,31
Nghiem thức 4	0,30	0,30	0,31	0,32	0,30	0,31	0,30	0,31	0,28	0,31
	0,31	0,32	0,28	0,30	0,28	0,29	0,27	0,29	0,27	0,30
	0,29	0,30	0,30	0,31	0,29	0,30	0,28	0,29	0,27	0,29

**Phụ lục A12. Kết quả phân tích chỉ tiêu  $\text{NH}_4^+$  (mg/kg) tổng đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	$\text{NH}_4^+$ (mg/kg)									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tạo đốt thân		Làm đòng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
Nghiệm thức 1	22,37	23,31	22,71	23,01	26,61	27,37	25,15	25,37	23,62	24,37
	23,14	24,15	23,96	24,52	24,06	25,14	24,87	25,32	22,84	23,17
	25,12	25,26	25,02	24,69	23,95	24,28	24,18	24,24	21,01	21,75
Nghiệm thức 2	25,21	28,19	27,92	28,53	27,18	27,82	27,12	27,67	25,37	25,85
	24,16	27,61	26,82	26,78	26,35	26,63	25,44	26,86	24,76	25,26
	22,48	26,85	25,94	26,20	24,84	25,41	24,23	25,12	22,97	23,57
Nghiệm thức 3	21,67	22,36	21,16	22,64	21,43	23,65	22,47	23,72	22,76	24,74
	23,51	27,15	24,45	25,14	24,02	24,57	23,14	24,12	22,69	23,03
	25,02	26,41	26,49	26,75	26,95	27,21	26,75	27,31	25,48	25,85
Nghiệm thức 4	24,28	25,47	23,64	24,02	24,36	25,58	24,63	25,85	22,67	23,53
	21,87	24,74	23,09	24,57	22,18	23,34	22,63	23,01	21,14	21,37
	26,01	27,14	26,02	26,73	24,01	24,85	24,17	24,95	23,12	24,63

**Phụ lục A13. Kết quả phân tích chỉ tiêu  $\text{NO}_3^-$  tổng đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	$\text{NO}_3^-$ (mg/kg)									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tạo đốt thân		Làm đòng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
Nghiệm thức 1	0,153	0,155	0,084	0,093	0,091	0,082	0,076	0,071	0,056	0,052
	0,123	0,125	0,164	0,157	0,137	0,114	0,102	0,085	0,070	0,065
	0,168	0,172	0,094	0,086	0,081	0,073	0,065	0,060	0,045	0,046
Nghiệm thức 2	0,177	0,186	0,147	0,142	0,131	0,124	0,110	0,092	0,073	0,071
	0,163	0,183	0,171	0,165	0,153	0,141	0,134	0,118	0,091	0,087
	0,191	0,201	0,182	0,176	0,146	0,128	0,121	0,106	0,087	0,090
Nghiệm thức 3	0,186	0,157	0,137	0,124	0,113	0,105	0,091	0,086	0,071	0,072
	0,175	0,145	0,113	0,105	0,084	0,077	0,069	0,065	0,054	0,057
	0,205	0,162	0,155	0,146	0,127	0,118	0,102	0,090	0,068	0,070
Nghiệm thức 4	0,175	0,177	0,134	0,121	0,095	0,086	0,072	0,067	0,053	0,060
	0,184	0,187	0,140	0,127	0,109	0,092	0,078	0,070	0,058	0,055
	0,179	0,183	0,148	0,133	0,115	0,104	0,086	0,079	0,062	0,064

**Phụ lục A14. Kết quả phân tích chỉ tiêu P tổng (%P) tổng đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	P tổng (%P)									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tạo đốt thân		Làm đòng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
Nghiệm thức 1	0,057	0,054	0,058	0,061	0,054	0,059	0,052	0,053	0,049	0,050
	0,061	0,058	0,067	0,057	0,051	0,055	0,050	0,055	0,051	0,052
	0,054	0,053	0,056	0,050	0,045	0,048	0,041	0,044	0,037	0,044
Nghiệm thức 2	0,057	0,063	0,069	0,072	0,070	0,074	0,072	0,076	0,064	0,067
	0,053	0,061	0,068	0,075	0,072	0,077	0,071	0,073	0,062	0,065
	0,063	0,067	0,071	0,077	0,074	0,080	0,074	0,077	0,066	0,070
Nghiệm thức 3	0,058	0,062	0,065	0,069	0,064	0,066	0,062	0,066	0,060	0,063
	0,055	0,060	0,063	0,066	0,061	0,065	0,060	0,063	0,054	0,058
	0,061	0,064	0,068	0,072	0,067	0,070	0,065	0,070	0,062	0,066
Nghiệm thức 4	0,056	0,057	0,055	0,056	0,052	0,057	0,050	0,054	0,047	0,052
	0,060	0,062	0,060	0,062	0,057	0,063	0,056	0,058	0,051	0,057
	0,054	0,058	0,056	0,060	0,049	0,060	0,051	0,055	0,043	0,049

**Phụ lục A15. Kết quả phân tích chỉ tiêu P-PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg/kg) tổng đất trồng lúa ở thí nghiệm trong thùng**

NGHIỆM THỨC	P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/kg)									
	Lúa mạ		Đẻ nhánh		Tạo đốt thân		Làm đòng		Vào hạt	
	10 ngày	14 ngày	21 ngày	25 ngày	41 ngày	45 ngày	54 ngày	58 ngày	76 ngày	80 ngày
Nghiệm thức 1	12,02	11,53	12,07	12,12	11,16	11,32	11,21	11,36	11,15	11,26
	11,60	12,80	11,81	11,56	11,03	11,29	11,13	11,24	11,07	11,18
	10,18	12,10	12,49	12,28	10,94	10,14	10,04	10,37	10,21	10,41
Nghiệm thức 2	12,31	13,56	13,62	13,41	12,48	12,76	12,65	12,72	12,55	12,74
	11,05	12,02	12,41	12,29	11,26	11,38	11,40	11,56	11,32	11,48
	10,64	13,20	12,82	12,65	11,51	12,01	11,86	11,89	11,64	11,75
Nghiệm thức 3	13,06	12,67	13,24	13,04	11,86	11,95	11,88	11,92	11,71	11,88
	11,17	11,02	11,93	11,64	10,53	11,65	11,57	11,64	11,28	11,42
	11,73	12,96	12,10	11,75	10,47	10,76	11,65	11,70	11,53	11,67
Nghiệm thức 4	11,42	12,21	12,00	11,37	10,02	10,23	9,85	10,03	9,74	10,02
	10,78	11,30	11,02	11,28	10,96	10,85	10,46	10,62	10,24	10,51
	12,26	12,73	11,08	10,92	9,14	10,43	10,18	10,34	10,05	10,27

**Phụ lục A16. Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lý trong nước ao nuôi cá tra**

Thời điểm theo dõi sau khi thả cá (ngày)	pH	DO (mg/L)	Độ đục (NTU)	EC ( $\mu$ s/cm)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	TP (mg/L)
55	7,39	3,96	35,4	465	40,00	8,40	1,40	0,45	0,82
	7,28	3,66	34,7	488	48,00	8,40	1,12	0,45	0,87
	7,40	3,55	34,1	536	48,00	8,96	1,12	0,37	0,83
66	7,29	3,89	61,7	522	53,33	8,96	1,68	0,42	0,89
	7,58	3,65	65,8	510	53,33	8,96	1,68	0,44	0,92
	7,28	3,76	70,3	520	53,33	8,96	1,96	0,45	0,94
86	7,75	4,12	54,0	538	71,11	9,52	2,52	0,40	0,94
	7,81	4,17	52,0	526	62,22	8,96	2,52	0,39	0,94
	7,69	4,36	49,0	540	62,22	9,52	2,52	0,43	0,95
100	6,99	4,22	53,0	653	79,67	9,15	2,43	0,43	0,92
	7,12	3,94	46,0	599	82,94	9,33	2,71	0,45	0,94
	7,37	4,68	51,0	617	73,14	8,77	2,43	0,49	0,97
121	6,85	4,26	59,6	609	82,41	9,05	2,75	0,44	0,91
	6,83	3,58	59,0	635	81,97	9,05	2,47	0,44	0,88
	6,34	4,52	59,8	643	83,29	9,24	2,80	0,46	0,90
Trung bình	7,26 $\pm$ 0,39	4,02 $\pm$ 0,35	52,4 $\pm$ 11,1	560 $\pm$ 60	65 $\pm$ 15,1	9,02 $\pm$ 0,33	2,14 $\pm$ 0,59	0,43 $\pm$ 0,03	0,91 $\pm$ 0,04

**Phụ lục A17. Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lý trong nước ao sau khi đi qua ruộng lúa**

Thời điểm theo dõi	pH	DO (mg/L)	Độ đục (NTU)	EC ( $\mu$ s/cm)	COD (mg/L)	TKN (mg/L)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	TP (mg/L)
Cây mạ	NT bón NPK	5,01	3,81	35,3	2040	24,00	5,36	1,03	0,24
		4,46	3,26	39,4	2330	32,00	5,36	0,84	0,23
		5,41	2,26	38,2	1756	26,27	5,92	0,84	0,25
	NT bón 2/3NPK	4,07	3,86	40,8	2080	22,00	5,80	0,93	0,23
		5,01	3,12	43,8	2060	26,67	5,36	0,84	0,27
		5,38	2,43	25,2	1819	31,04	5,36	0,75	0,23
	NT bón K	4,05	3,33	27,7	2520	24,00	5,48	0,84	0,29
		5,13	3,11	26,7	2360	29,33	5,48	0,70	0,30
		4,54	3,38	49,8	1953	28,66	5,20	0,65	0,25
Đê nhánh	NT bón NPK	5,16	3,78	42,5	1134	27,00	3,92	0,84	0,22
		4,99	3,11	49,7	1109	28,24	3,92	0,84	0,15
		4,91	3,69	40,2	1077	27,34	4,48	1,12	0,16
	NT bón 2/3NPK	4,87	3,75	45,9	1060	23,00	3,36	0,56	0,11
		5,17	3,58	38,7	1073	23,89	3,92	0,56	0,13
		4,93	3,76	46,1	1058	23,46	3,36	0,56	0,13
	NT bón K	5,08	3,82	41,4	1679	19,00	1,68	0,28	0,10
		4,86	3,56	47,8	1775	18,68	2,24	0,28	0,10
		4,94	3,74	43,6	1687	19,11	2,24	0,56	0,12
Tạo đót	NT bón NPK	6,00	3,00	33,0	1464	36,92	2,80	1,40	0,25
		4,59	3,83	30,3	1848	33,23	2,24	1,40	0,16
		4,96	3,64	26,4	1571	31,38	2,80	1,12	0,13
	NT bón 2/3NPK	5,15	3,83	33,0	1635	29,54	1,68	0,56	0,13
		4,57	3,37	39,1	1845	27,69	2,24	0,56	0,10
		5,05	4,03	41,6	1662	25,85	2,24	0,84	0,10

		4,32	3,66	29,5	1698	22,15	1,12	0,28	0,11	0,15
	NT bón K	5,58	3,70	24,9	1722	24,00	1,68	0,56	0,08	0,12
		5,60	3,17	21,3	1380	20,31	1,68	0,28	0,09	0,17
Làm đồng	NT bón NPK	4,46	3,96	40,7	1273	36,14	2,13	0,51	0,15	0,16
		4,94	3,42	44,9	1499	44,84	2,07	0,58	0,12	0,16
		5,00	4,16	45,4	1266	38,31	1,98	0,48	0,19	0,16
	NT bón 2/3NPK	4,74	3,82	43,1	1290	30,69	2,05	0,35	0,14	0,15
		4,30	3,79	39,3	1293	38,31	1,77	0,21	0,11	0,17
		4,15	4,68	38,0	1290	32,87	1,68	0,45	0,18	0,14
	NT bón K	3,77	4,18	34,7	1325	25,25	1,89	0,12	0,13	0,14
		4,10	3,23	37,6	1307	30,69	1,59	0,12	0,09	0,15
		4,59	3,52	41,8	1313	31,78	1,38	0,25	0,11	0,13
Vào hạt	NT bón NPK	4,33	3,09	21,3	1204	36,38	1,87	0,28	0,31	0,06
		4,16	3,39	28,6	1435	35,51	2,15	0,37	0,28	0,06
		4,35	4,27	29,4	1453	36,82	2,15	0,33	0,28	0,06
	NT bón 2/3NPK	4,44	4,04	29,7	1389	33,75	1,49	0,33	0,27	0,03
		4,45	3,33	27,8	1233	32,44	1,68	0,33	0,27	0,05
		4,53	4,27	31,8	1116	33,32	1,96	0,33	0,27	0,04
	NT bón K	4,08	3,90	30,3	1046	33,32	1,68	0,19	0,26	0,02
		4,10	3,54	24,4	1089	32,44	1,31	0,19	0,25	0,03
		4,16	3,81	30,1	939	32,00	1,77	0,23	0,27	0,02
Trung bình		4,72±0,49	3,6±0,45	36±7,9	1515±390	29,32±5,91	2,88±1,51	0,57±0,33	0,18±0,08	0,17±0,08

**Phụ lục A18. Hiệu suất loại bỏ đạm lân của từng nghiệm thức**

Thông số	Nghiệm thức			
	Nước sông + NPK	Nước ao + NPK	Nước ao + 2/3NPK	Nước ao + K
TKN	52,51	63,66	67,50	73,09
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	51,57	62,77	74,65	82,88
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	52,63	53,67	56,88	61,01
TP	69,38	78,41	82,16	84,58

**Phụ lục A19 Hiệu suất loại bỏ đạm lân theo giai đoạn sinh trưởng của lúa**

Thông số	Giai đoạn				
	Cây mạ	Đẻ nhánh	Tạo đọt	Làm đòng	Vào hạt
TKN	37,25	77,12	84,03	82,16	82,55
TP	72,62	83,70	84,04	85,11	97,78

**Phụ lục A20 Kết quả phân tích hàm lượng dinh dưỡng trong thân cây lúa**

Nghiệm thức	Giai đoạn	Đạm tổng số	Lân tổng số	Kali tổng số
		(%)	(%)	(%)
Nghiệm thức 2	Cây mạ	2,12	1,107	1,82
		2,76	0,951	1,93
		2,5	0,905	1,99
	Làm đòng	1,4	0,636	1,81
		1,18	0,585	2,13
		1,34	0,615	1,92
		1,03	0,616	1,6
	Chín sấp	0,87	0,509	1,12
		0,88	0,501	1,54
		2,03	1,125	2,03
Nghiệm thức 3	Cây mạ	2,97	1,071	2,04
		2,56	0,841	2,01
		1,38	0,635	1,94
	Làm đòng	1,39	0,672	1,98
		1,3	0,735	2
		0,98	0,646	1,48
		0,82	0,688	1,55
	Chín sấp	1,06	0,575	1,59
		2,02	1,084	2,17
		2,83	1,099	2,23
Nghiệm thức 4	Cây mạ	2,94	1,035	2,14
		1,32	0,647	2,08
		1,38	0,698	1,94
Làm đòng	1,32	0,647	2,08	
	1,38	0,698	1,94	

	1,47	0,749	1,97
	1,01	0,684	1,69
Chín sếp	0,98	0,595	1,66
	1,03	0,723	1,8

**Phụ lục A21 Kết quả phân tích hàm lượng dinh dưỡng trong hạt lúa**

Nghiệm thức	Đạm tổng số (%)	Lân tổng số (%)	Kali tổng số (%)
Nghiệm thức 2	0,81	0,68	0,38
	0,82	0,72	0,39
	0,76	0,7	0,4
Nghiệm thức 3	0,99	0,92	0,58
	0,91	0,91	0,56
	0,88	0,93	0,57
Nghiệm thức 4	0,99	0,96	0,63
	0,93	0,97	0,62
	0,96	0,97	0,64

**Phụ lục A22 Kết quả trọng lượng tươi và trọng lượng khô trong thân cây lúa của các nghiệm thức qua các giai đoạn sinh trưởng**

Nghiệm thức	Giai đoạn	Trọng lượng tươi/cây (gram)	Trọng lượng khô/cây (gram)	Số cây/m <sup>2</sup>
Nghiệm thức 2	Cây mạ (14 ngày)	0,389	0,106	451
		0,453	0,129	442
		0,321	0,095	412
	Làm đòng (45 ngày)	4,518	1,3027	514
		4,077	1,16165	503
		3,654	1,08559	492
Chín sếp (95 ngày)	10,278	5,17782	507	
	7,42	3,04879	499	
	10,8	6,96239	482	
Nghiệm thức 3	Cây mạ (14 ngày)	0,632	0,217	659
		0,674	0,195	662
		0,556	0,183	642
	Làm đòng (45 ngày)	6,256	1,80383	813
		11,033	3,14361	821
		9,537	2,8334	805
Chín sếp (95 ngày)	14,301	8,23373	807	
	16,609	9,63452	811	
	15,796	9,13397	798	
Nghiệm thức 4	Cây mạ (14 ngày)	0,816	0,247	663
		0,977	0,321	659



		0,649	0,185	674
		9,645	2,576	885
	Làm đòng (45 ngày)	5,195	1,335	892
		8,176	2,169	876
		16,856	10,262	872
	Chín sấp (95 ngày)	15,133	10,315	885
		19,155	10,659	859

**Phụ lục A23 Tích lũy đạm, lân, Kali trong hạt cây lúa trong từng nghiệm thức**

NT	Hạt lúa		
	Đạm tổng số (tấn N/ha/vụ)	Lân tổng số (tấn P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha/vụ)	Kali tổng số (tấn K <sub>2</sub> O//ha/vụ)
Nghiệm thức 2	0,028	0,023	0,013
	0,028	0,024	0,013
	0,026	0,024	0,014
Nghiệm thức 3	0,070	0,065	0,041
	0,065	0,065	0,040
	0,062	0,066	0,040
Nghiệm thức 4	0,074	0,072	0,047
	0,070	0,073	0,047
	0,072	0,073	0,048

**Phụ lục A24 Đạm, lân, Kali và chất hữu cơ trong đất trước và sau khi thu hoạch lúa ở các nghiệm thức**

		5,01	5,86	0,23	0,25	0,12	0,168	1,08	1,88
		4,97	5,81	0,27	0,29	0,14	0,172	1,09	1,85
	NT1	4,98	5,87	0,24	0,24	0,13	0,17	1,13	1,84
Vĩnh Thanh		3,4	4,94	0,22	0,23	0,125	0,172	1,17	1,63
		3,35	5,01	0,27	0,27	0,131	0,169	1,12	1,66
	NT2	3,39	5,02	0,23	0,24	0,134	0,171	1,13	1,62
		3,38	5,09	0,33	0,323	0,133	0,162	1,09	1,55
		3,4	5,07	0,32	0,332	0,139	0,161	1,12	1,57
	NT1	3,34	5,08	0,29	0,331	0,138	0,159	1,13	1,51
Thanh Mỹ		3,3	5	0,3	0,32	0,124	0,139	1,18	1,55
		3,37	5,04	0,34	0,35	0,125	0,143	1,15	1,58
	NT2	3,28	5,02	0,29	0,32	0,12	0,139	1,15	1,56
		3,25	5,03	0,28	0,27	0,055	0,058	1,07	1,88
		3,31	4,99	0,31	0,3	0,059	0,057	1,09	1,82
	NT1	3,27	5	0,27	0,26	0,056	0,06	1,13	1,87
Hồng Ngự		3,38	4,99	0,32	0,33	0,047	0,064	1,14	1,62
	NT2	3,44	5,01	0,33	0,29	0,051	0,06	1,18	1,65

		3,39	4,92	0,29	0,32	0,048	0,062	1,15	1,61
		3,42	5,04	0,246	0,265	0,134	0,172	1,11	1,9
		3,36	5,12	0,241	0,267	0,132	0,173	1,08	1,87
	NT1	3,32	5,07	0,242	0,271	0,131	0,168	1,16	1,86
		3,38	5,09	0,243	0,245	0,13	0,175	1,2	1,62
Châu		3,32	5,04	0,246	0,249	0,132	0,176	1,18	1,65
Thành	NT2	3,37	5,11	0,242	0,246	0,13	0,172	1,17	1,65
		3,35	5,08	0,27	0,26	0,136	0,177	1,109	1,89
		3,29	4,99	0,23	0,22	0,132	0,173	1,106	1,83
	NT1	3,31	4,98	0,26	0,26	0,133	0,176	1,107	1,82
		3,36	4,95	0,236	0,256	0,137	0,185	1,12	1,66
Long		3,42	4,94	0,237	0,253	0,141	0,18	1,08	1,69
Hồ	NT2	3,35	4,9	0,243	0,252	0,138	0,182	1,06	1,61

### Phụ lục A25 Kết quả phân tích các chỉ tiêu hóa lý trong nước sông

Giai đoạn	Lần lặp lại	pH	DO mg/L	COD mg/L	TKN mg/L	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/L	Tổng P mg/L
Lúa mạ	1	5,88	3,28	64,00	6,72	1,96	0,37	1,21
	2	5,97	3,01	68,00	6,72	2,80	0,39	1,17
	3	6,01	3,33	64,00	7,28	1,68	0,37	1,27
Đẽ nhánh	1	7,62	4,57	35,56	2,80	2,24	0,57	0,77
	2	7,73	6,29	35,56	3,36	2,24	0,53	0,87
	3	7,67	5,11	44,44	3,36	2,24	0,52	0,82
Tạo đốt thân	1	6,32	6,69	40,68	4,48	1,96	0,51	1,01
	2	6,45	7,14	48,81	4,48	2,24	0,53	1,02
	3	6,41	7,5	56,95	3,92	1,96	0,53	0,97
Làm đòng	1	6,94	7,11	60,08	3,37	1,59	0,35	0,57
	2	6,53	6,85	53,55	3,55	1,87	0,34	0,60
	3	6,58	6,89	56,82	3,36	1,77	0,33	0,69
Vào hạt	1	5,20	6	56,11	3,64	1,68	0,33	0,52
	2	6,29	7,64	56,11	3,83	1,73	0,32	0,51
	3	6,68	7,97	56,55	3,64	1,66	0,27	0,51

**Phụ lục A26 Phiếu phỏng vấn**

**PHIẾU PHỎNG VẤN HIỆN TRẠNG NUÔI CÁ TRA**

**I. THÔNG TIN CHUNG CỦA CƠ SỞ**

1. Địa chỉ: Ấp: ..... Xã:.....  
Huyện/Quận:..... Tỉnh/TP:.....

2. Họ và tên chủ cơ sở:..... Giới tính:.....  
Tuổi:.....

3. Điện thoại:.....

9. Kinh nghiệm sản xuất cá tra (năm):

**II. THÔNG TIN KINH TẾ - KỸ THUẬT**

11. Thông tin chung về thiết kế và vận hành khu sản xuất cá tra của cơ sở:

<b>Thông tin</b>	<b>Đvt</b>	<b>SX</b>
1. Tổng diện tích sản xuất cá tra	m <sup>2</sup>	
Độ sâu mực nước trong ao	m	
Diện tích ao xử lý nước thải	m <sup>2</sup>	
2. Mật độ nuôi	Con/m <sup>2</sup>	
5. Kích cỡ	Con/kg	
8. Số đợt sản xuất/năm	Đợt	
9. Nguồn nước		
10. Cách thay nước khi sản xuất (bơm, thủy triều...)		
10.1 Tần suất thay/tỷ lệ Tháng 1 Tháng 2 Tháng 3 Tháng 4 Tháng 5 Tháng 6	(ngày/lần)	
11. Xử lý nước cấp đầu vào		
12. Xử lý nước thải đầu ra (0=xả trực tiếp ra sông rạch, 1=xử lý rồi thả ra ngoài, 2=khác..)		
12.1 Lý do xả nước trực tiếp ra ngoài sông rạch	Ghi rõ	

16. Sử dụng nguồn thức ăn sản xuất giống cá tra hiện tại

<b>Diễn giải</b>	<b>Thức ăn công nghiệp</b>	<b>Thức ăn tự chế</b>
1. Nguồn cung cấp thức ăn		
2. Số lượng sử dụng/vụ (tấn)		
3. Giai đoạn sử dụng của mỗi loại thức ăn (kg/ngày)		
Tháng 1		
Tháng 2		
Tháng 3		
Tháng 4		
Tháng 5		
Tháng 6		

17. Sản lượng/vụ?.....

18. Cách xử lý ao trước khi bắt đầu vụ mới?.....

.....

.....

.....

.....

.....

19. Số lượng vôi sử dụng/ vụ? Bón vôi lúc nào?.....

20. Nước sinh hoạt sử dụng lấy từ đâu?.....

Xin chân thành cảm ơn  
Ông/bà!

## PHỤ LỤC B

### SỐ LIỆU THỐNG KÊ

**Phụ lục B1 Kết quả thống kê ANOVA – kiểm định Duncan các chỉ tiêu hóa lý trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh ở một số vùng trọng điểm ở ĐBSCL**

		Descriptives				
		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
pH	Hồng Ngự-Đồng Tháp	3	7.1967	.04163	7.15	7.23
	Châu Thành-An Giang	3	6.7767	.21455	6.53	6.92
	Long Hồ-Vĩnh Long	3	7.0433	.08145	6.95	7.10
	Vĩnh Thạnh-Cần Thơ	3	6.6733	.28885	6.34	6.85
	Total	12	6.9225	.26884	6.34	7.23
TKN	Hồng Ngự-Đồng Tháp	3	11.8500	.47286	11.31	12.19
	Châu Thành-An Giang	3	7.2167	.17010	7.05	7.39
	Long Hồ-Vĩnh Long	3	9.8367	.51433	9.25	10.21
	Vĩnh Thạnh-Cần Thơ	3	9.5700	.52374	9.00	10.03
	Total	12	9.6183	1.75752	7.05	12.19
TP	Hồng Ngự-Đồng Tháp	3	3.4000	.17692	3.21	3.56
	Châu Thành-An Giang	3	1.8800	.10817	1.79	2.00
	Long Hồ-Vĩnh Long	3	2.8900	.21166	2.65	3.05
	Vĩnh Thạnh-Cần Thơ	3	2.9567	.04041	2.92	3.00
	Total	12	2.7817	.59482	1.79	3.56

#### pH

Duncan				
Diadiem	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Vĩnh Thạnh-Cần Thơ	3	6.6733		
Châu Thành-An Giang	3	6.7767	6.7767	
Long Hồ-Vĩnh Long	3		7.0433	7.0433
Hồng Ngự-Đồng Tháp	3			7.1967
Sig.		.515	.117	.341

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TKN**

Duncan					
Diadiem	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	
Châu Thành-An Giang	3	7.2167			
Vĩnh Thạnh-Cần Thơ	3		9.5700		
Long Hồ-Vĩnh Long	3		9.8367		
Hồng Ngự-Đồng Tháp	3			11.8500	
Sig.		1.000	.484	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TP**

Duncan					
Diadiem	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	
Châu Thành-An Giang	3	1.8800			
Long Hồ-Vĩnh Long	3		2.8900		
Vĩnh Thạnh-Cần Thơ	3		2.9567		
Hồng Ngự-Đồng Tháp	3			3.4000	
Sig.		1.000	.600	1.000	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Phụ lục B2 Kết quả thống kê ANOVA – kiểm định Duncan các chỉ tiêu hóa lý trong nước thải ao nuôi cá tra thâm canh theo thời gian**

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	
<b>pH</b>	50 ngày tuổi	3	7.3567	.06658	7.28	7.40
	60 ngày tuổi	3	7.3833	.17039	7.28	7.58
	70 ngày tuổi	3	7.7500	.06000	7.69	7.81
	100 ngày tuổi	3	7.1600	.19313	6.99	7.37
	110 ngày tuổi	3	7.0567	.07506	6.97	7.10
	120 ngày tuổi	3	6.6733	.28885	6.34	6.85
	150 ngày tuổi	3	6.6567	.02082	6.64	6.68
	160 ngày tuổi	3	6.8167	.11547	6.75	6.95
	170 ngày tuổi	3	6.9733	.19140	6.77	7.15
	Total	27	7.0919	.37071	6.34	7.81
<b>DO</b>	50 ngày tuổi	3	3.7233	.21221	3.55	3.96

	60 ngày tuổi	3	3.7667	.12014	3.65	3.89
	70 ngày tuổi	3	4.2167	.12662	4.12	4.36
	100 ngày tuổi	3	4.2800	.37363	3.94	4.68
	110 ngày tuổi	3	4.0500	.08660	3.95	4.10
	120 ngày tuổi	3	4.1200	.48539	3.58	4.52
	150 ngày tuổi	3	3.2967	.06506	3.23	3.36
	160 ngày tuổi	3	3.9500	.18028	3.80	4.15
	170 ngày tuổi	3	4.1167	.43684	3.75	4.60
	Total	27	3.9467	.37452	3.23	4.68
<b>COD</b>	50 ngày tuổi	3	45.3333	4.61880	40.00	48.00
	60 ngày tuổi	3	53.3300	.00000	53.33	53.33
	70 ngày tuổi	3	65.1833	5.13264	62.22	71.11
	100 ngày tuổi	3	78.5833	4.98955	73.14	82.94
	110 ngày tuổi	3	74.4300	3.46312	70.65	77.45
	120 ngày tuổi	3	82.5567	.67211	81.97	83.29
	150 ngày tuổi	3	78.2433	1.26081	76.80	79.13
	160 ngày tuổi	3	80.6800	2.41688	78.32	83.15
	170 ngày tuổi	3	80.6567	1.40201	79.30	82.10
	Total	27	70.9996	13.19979	40.00	83.29
<b>TKN</b>	50 ngày tuổi	3	8.5867	.32332	8.40	8.96
	60 ngày tuổi	3	8.9600	.00000	8.96	8.96
	70 ngày tuổi	3	9.3333	.32332	8.96	9.52
	100 ngày tuổi	3	9.0833	.28589	8.77	9.33
	110 ngày tuổi	3	9.8200	.25239	9.55	10.05
	120 ngày tuổi	3	9.1133	.10970	9.05	9.24
	150 ngày tuổi	3	11.4767	.16073	11.36	11.66
	160 ngày tuổi	3	10.8367	.14844	10.71	11.00
	170 ngày tuổi	3	11.2267	.07506	11.15	11.30
	Total	27	9.8263	1.05116	8.40	11.66
<b>TP</b>	50 ngày tuổi	3	.8400	.02646	.82	.87
	60 ngày tuổi	3	.9167	.02517	.89	.94
	70 ngày tuổi	3	.9433	.00577	.94	.95
	100 ngày tuổi	3	.9433	.02517	.92	.97
	110 ngày tuổi	3	1.2767	.11015	1.15	1.35
	120 ngày tuổi	3	.8967	.01528	.88	.91
	150 ngày tuổi	3	1.8667	.08145	1.81	1.96
	160 ngày tuổi	3	1.6167	.60484	1.15	2.30
	170 ngày tuổi	3	1.7633	.35233	1.55	2.17
	Total	27	1.2293	.44392	.82	2.30

		<b>pH</b>					
Tuoica	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	
Duncan <sup>a</sup>	150 ngày tuổi	3	6.6567				
	120 ngày tuổi	3	6.6733				
	160 ngày tuổi	3	6.8167	6.8167			
	170 ngày tuổi	3		6.9733	6.9733		
	110 ngày tuổi	3		7.0567	7.0567		
	100 ngày tuổi	3			7.1600	7.1600	
	50 ngày tuổi	3				7.3567	
	60 ngày tuổi	3				7.3833	
	70 ngày tuổi	3					7.7500
	Sig.		.244	.086	.177	.109	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		<b>DO</b>			
Tuoica	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	
Duncan <sup>a</sup>	150 ngày tuổi	3	3.2967		
	50 ngày tuổi	3	3.7233	3.7233	
	60 ngày tuổi	3	3.7667	3.7667	3.7667
	160 ngày tuổi	3		3.9500	3.9500
	110 ngày tuổi	3		4.0500	4.0500
	170 ngày tuổi	3		4.1167	4.1167
	120 ngày tuổi	3		4.1200	4.1200
	70 ngày tuổi	3		4.2167	4.2167
	100 ngày tuổi	3			4.2800
	Sig.		.063	.069	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		<b>COD</b>					
Tuoica	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	
Duncan <sup>a</sup>	50 ngày tuổi	3	45.3333				
	60 ngày tuổi	3		53.3300			
	70 ngày tuổi	3			65.1833		
	110 ngày tuổi	3				74.4300	
	150 ngày tuổi	3				78.2433	78.2433
	100 ngày tuổi	3				78.5833	78.5833
	170 ngày tuổi	3					80.6567
	160 ngày tuổi	3					80.6800
	120 ngày tuổi	3					82.5567



	Sig.	1.000	1.000	1.000	.154	.158
--	------	-------	-------	-------	------	------

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		TKN					
	Tuoica	N	Subset for alpha = 0.05				
			1	2	3	4	5
Duncan <sup>a</sup>	50 ngày tuổi	3	8.5867				
	60 ngày tuổi	3		8.9600			
	100 ngày tuổi	3		9.0833			
	120 ngày tuổi	3		9.1133			
	70 ngày tuổi	3		9.3333			
	110 ngày tuổi	3			9.8200		
	160 ngày tuổi	3				10.8367	
	170 ngày tuổi	3					11.2267
	150 ngày tuổi	3					11.4767
		Sig.		1.000	.066	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		TP			
	Tuoica	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan <sup>a</sup>	50 ngày tuổi	3	.8400		
	120 ngày tuổi	3	.8967		
	60 ngày tuổi	3	.9167		
	70 ngày tuổi	3	.9433		
	100 ngày tuổi	3	.9433		
	110 ngày tuổi	3	1.2767	1.2767	
	160 ngày tuổi	3		1.6167	1.6167
	170 ngày tuổi	3			1.7633
	150 ngày tuổi	3			1.8667
		Sig.		.060	.098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Phụ lục B2 Kết quả thống kê ANOVA – kiểm định Tukey tải lượng trung bình ao nuôi cá tra trong ngày**

		Descriptives				
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	
COD	Tháng 1	3	1.8967	.27717	1.60	2.15
	Tháng 2	3	2.7523	.45881	2.35	3.25
	Tháng 3	3	3.1803	.46309	2.71	3.64
	Tháng 4	3	3.7583	.11943	3.66	3.89

	Tháng 5	3	3.7277	.30856	3.38	3.97
	Tháng 6	3	5.3673	1.13661	4.13	6.37
	Total	18	3.4471	1.19479	1.60	6.37
<b>TKN</b>	Tháng 1	3	.1867	.08394	.09	.25
	Tháng 2	3	.4983	.05085	.44	.54
	Tháng 3	3	.7727	.05204	.73	.83
	Tháng 4	3	1.0927	.04188	1.07	1.14
	Tháng 5	3	1.3303	.16089	1.15	1.45
	Tháng 6	3	1.4617	.11863	1.34	1.58
	Total	18	.8904	.47148	.09	1.58
<b>TP</b>	Tháng 1	3	.0123	.00115	.01	.01
	Tháng 2	3	.1253	.03001	.10	.16
	Tháng 3	3	.2097	.03313	.18	.24
	Tháng 4	3	.3010	.00866	.29	.31
	Tháng 5	3	.3767	.01550	.36	.39
	Tháng 6	3	.5310	.01480	.51	.54
	Total	18	.2593	.17444	.01	.54

		<b>COD</b>		
		Duncan		
Thang	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Tháng 1	3	1.8967		
Tháng 2	3	2.7523	2.7523	
Tháng 3	3		3.1803	
Tháng 5	3		3.7277	
Tháng 4	3		3.7583	
Tháng 6	3			5.3673
Sig.		.087	.065	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		<b>TKN</b>				
		Duncan				
Thang	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
Tháng 1	3	.1867				
Tháng 2	3		.4983			
Tháng 3	3			.7727		
Tháng 4	3				1.0927	
Tháng 5	3					1.3303
Tháng 6	3					1.4617
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	.116

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

		<b>TP</b>					
		Duncan					
Thang	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Tháng 1	3	.0123					
Tháng 2	3		.1253				
Tháng 3	3			.2097			
Tháng 4	3				.3010		
Tháng 5	3					.3767	
Tháng 6	3						.5310
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Phụ lục B3 Kết quả thống kê ANOVA – kiểm định Tukey tải lượng trung bình ao nuôi cá tra trong tháng**

		<b>Descriptives</b>				
		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
<b>COD</b>	Tháng 1	3	11.3803	1.66188	9.60	12.89
	Tháng 2	3	41.2830	6.87991	35.31	48.81
	Tháng 3	3	190.8177	27.78573	162.73	218.29
	Tháng 4	3	225.5107	7.14774	219.44	233.39
	Tháng 5	3	223.6493	18.52555	202.78	238.14
	Tháng 6	3	322.0427	68.19992	247.80	381.91
	Total	18	169.1139	115.15618	9.60	381.91
<b>TKN</b>	Tháng 1	3	1.1217	.50422	.55	1.49
	Tháng 2	3	7.4747	.75736	6.65	8.14
	Tháng 3	3	46.3680	3.11577	43.88	49.86
	Tháng 4	3	65.5640	2.50504	64.04	68.46

	Tháng 5	3	79.8277	9.67657	68.80	86.90
	Tháng 6	3	87.6987	7.09761	80.42	94.60
	Total	18	48.0091	34.76113	.55	94.60
	Tháng 1	3	.0730	.00781	.06	.08
	Tháng 2	3	1.8817	.45519	1.42	2.33
	Tháng 3	3	12.5780	1.96163	10.53	14.44
<b>TP</b>	Tháng 4	3	18.0650	.50816	17.48	18.38
	Tháng 5	3	22.5937	.94553	21.64	23.54
	Tháng 6	3	31.8563	.89621	30.82	32.44
	Total	18	14.5079	11.53909	.06	32.44

### COD

Duncan		Subset for alpha = 0.05		
Thang	N	1	2	3
Tháng 1	3	11.3803		
Tháng 2	3	41.2830		
Tháng 3	3		190.8177	
Tháng 5	3		223.6493	
Tháng 4	3		225.5107	
Tháng 6	3			322.0427
Sig.		.264	.220	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### TKN

Duncan		Subset for alpha = 0.05			
Thang	N	1	2	3	4
Tháng 1	3	1.1217			
Tháng 2	3	7.4747			
Tháng 3	3		46.3680		
Tháng 4	3			65.5640	
Tháng 5	3				79.8277
Tháng 6	3				87.6987
Sig.		.159	1.000	1.000	.087

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TP**

Duncan							
Thang	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
Tháng 1	3	.0730					
Tháng 2	3		1.8817				
Tháng 3	3			12.5780			
Tháng 4	3				18.0650		
Tháng 5	3					22.5937	
Tháng 6	3						31.8563
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Phụ lục B4 Kết quả thống kê ANOVA – kiểm định Duncan các chỉ tiêu hóa lý trong nước ao trước và sau khi đi qua ruộng lúa Giai đoạn cây mạ**

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	
pH	Nước ao	3	7.3567	.06658	7.28	7.40
	NT bón NPK	3	4.9600	.47697	4.46	5.41
	NT bón 2/3NPK	3	4.8200	.67535	4.07	5.38
	NT bón K	3	4.5733	.54077	4.05	5.13
	Total	12	5.4275	1.24600	4.05	7.40
DO	Nước ao	3	3.7233	.21221	3.55	3.96
	NT bón NPK	3	3.1100	.78581	2.26	3.81
	NT bón 2/3NPK	3	3.1367	.71515	2.43	3.86
	NT bón K	3	3.2733	.14364	3.11	3.38
	Total	12	3.3108	.53222	2.26	3.96
độ đục	Nước ao	3	34.7333	.65064	34.10	35.40
	NT bón NPK	3	37.6333	2.10792	35.30	39.40
	NT bón 2/3NPK	3	36.6000	9.98599	25.20	43.80
	NT bón K	3	34.7333	13.05769	26.70	49.80
	Total	12	35.9250	7.19105	25.20	49.80
EC	Nước ao	3	496.33	36.226	465	536
	NT bón NPK	3	2042.00	287.005	1756	2330
	NT bón 2/3NPK	3	1986.33	145.260	1819	2080
	NT bón K	3	2277.67	292.329	1953	2520
	Total	12	1700.58	758.280	465	2520
COD	Nước ao	3	45.3333	4.61880	40.00	48.00
	NT bón NPK	3	27.4233	4.12282	24.00	32.00
	NT bón 2/3NPK	3	26.5700	4.52083	22.00	31.04

	NT bón K	3	27.3300	2.90326	24.00	29.33
	Total	12	31.6642	8.95998	22.00	48.00
TKN	Nước ao	3	8.5867	.32332	8.40	8.96
	NT bón NPK	3	5.5467	.32332	5.36	5.92
	NT bón 2/3NPK	3	5.5067	.25403	5.36	5.80
	NT bón K	3	5.3867	.16166	5.20	5.48
	Total	12	6.2567	1.42563	5.20	8.96
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Nước ao	3	1.2133	.16166	1.12	1.40
	NT bón NPK	3	.9033	.10970	.84	1.03
	NT bón 2/3NPK	3	.8400	.09000	.75	.93
	NT bón K	3	.7300	.09849	.65	.84
	Total	12	.9217	.21285	.65	1.40
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nước ao	3	.4217	.04388	.37	.45
	NT bón NPK	3	.2830	.02869	.25	.30
	NT bón 2/3NPK	3	.2550	.02252	.23	.27
	NT bón K	3	.2780	.02862	.25	.30
	Total	12	.3094	.07379	.23	.45
TP	Nước ao	3	.8393	.02747	.82	.87
	NT bón NPK	3	.2377	.00521	.23	.24
	NT bón 2/3NPK	3	.2517	.02248	.23	.27
	NT bón K	3	.2377	.00321	.23	.24
	Total	12	.3916	.27050	.23	.87

### pH

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	4.5733	
NT bón 2/3NPK	3	4.8200	
NT bón NPK	3	4.9600	
Nước ao	3		7.3567
Sig.		.386	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### DO

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
NT bón NPK	3		3.1100
NT bón 2/3NPK	3		3.1367
NT bón K	3		3.2733
Nước ao	3		3.7233
Sig.			.232

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**độ đục**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Nước ao	3	34.7333	
NT bón K	3	34.7333	
NT bón 2/3NPK	3	36.6000	
NT bón NPK	3	37.6333	
Sig.		.696	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**EC**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Nước ao	3	496.33	
NT bón 2/3NPK	3		1986.33
NT bón NPK	3		2042.00
NT bón K	3		2277.67
Sig.		1.000	.155

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**COD**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón 2/3NPK	3	26.5700	
NT bón K	3	27.3300	
NT bón NPK	3	27.4233	
Nước ao	3		45.3333
Sig.		.813	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TKN**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	5.3867	
NT bón 2/3NPK	3	5.5067	
NT bón NPK	3	5.5467	
Nước ao	3		8.5867
Sig.		.511	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	.7300	
NT bón 2/3NPK	3	.8400	
NT bón NPK	3	.9033	
Nước ao	3		1.2133
Sig.		.123	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón 2/3NPK	3	.2550	
NT bón K	3	.2780	
NT bón NPK	3	.2830	
Nước ao	3		.4217
Sig.		.333	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TP**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón NPK	3	.2377	
NT bón K	3	.2377	
NT bón 2/3NPK	3	.2517	
Nước ao	3		.8393
Sig.		.385	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### Giai đoạn đẻ nhánh

#### Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
pH	Nước ao	3	7.3833	.17039	7.28	7.58
	NT bón NPK	3	5.0200	.12767	4.91	5.16



	NT bón 2/3NPK	3	4.9900	.15875	4.87	5.17
	NT bón K	3	4.9600	.11136	4.86	5.08
	Total	12	5.5883	1.08959	4.86	7.58
DO	Nước ao	3	3.7667	.12014	3.65	3.89
	NT bón NPK	3	3.5267	.36364	3.11	3.78
	NT bón 2/3NPK	3	3.6967	.10116	3.58	3.76
	NT bón K	3	3.7067	.13317	3.56	3.82
	Total	12	3.6742	.20111	3.11	3.89
độ đục	Nước ao	3	65.9333	4.30155	61.70	70.30
	NT bón NPK	3	44.1333	4.95614	40.20	49.70
	NT bón 2/3NPK	3	43.5667	4.21584	38.70	46.10
	NT bón K	3	44.2667	3.25167	41.40	47.80
	Total	12	49.4750	10.56221	38.70	70.30
EC	Nước ao	3	517.33	6.429	510	522
	NT bón NPK	3	1106.67	28.572	1077	1134
	NT bón 2/3NPK	3	1063.67	8.145	1058	1073
	NT bón K	3	1713.67	53.267	1679	1775
	Total	12	1100.33	443.117	510	1775
COD	Nước ao	3	53.3300	0.00000	53.33	53.33
	NT bón NPK	3	27.5267	.64073	27.00	28.24
	NT bón 2/3NPK	3	23.4500	.44508	23.00	23.89
	NT bón K	3	18.9300	.22338	18.68	19.11
	Total	12	30.8092	13.95128	18.68	53.33
TKN	Nước ao	3	8.9600	0.00000	8.96	8.96
	NT bón NPK	3	4.1067	.32332	3.92	4.48
	NT bón 2/3NPK	3	3.5467	.32332	3.36	3.92
	NT bón K	3	2.0533	.32332	1.68	2.24
	Total	12	4.6667	2.71558	1.68	8.96
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Nước ao	3	1.7733	.16166	1.68	1.96
	NT bón NPK	3	.9333	.16166	.84	1.12
	NT bón 2/3NPK	3	.5600	0.00000	.56	.56
	NT bón K	3	.3733	.16166	.28	.56
	Total	12	.9100	.57414	.28	1.96
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nước ao	3	.4373	.01387	.42	.45
	NT bón NPK	3	.1443	.01222	.13	.16
	NT bón 2/3NPK	3	.1230	.01058	.11	.13
	NT bón K	3	.1057	.00833	.10	.12
	Total	12	.2026	.14261	.10	.45
TP	Nước ao	3	.9177	.02281	.89	.94
	NT bón NPK	3	.2353	.03190	.21	.27
	NT bón 2/3NPK	3	.1873	.04045	.16	.23
	NT bón K	3	.1457	.02747	.12	.17
	Total	12	.3715	.33209	.12	.94

**pH**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	4.9600	
NT bón 2/3NPK	3	4.9900	
NT bón NPK	3	5.0200	
Nước ao	3		7.3833
Sig.		.637	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**DO**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
NT bón NPK	3		3.5267
NT bón 2/3NPK	3		3.6967
NT bón K	3		3.7067
Nước ao	3		3.7667
Sig.			.222

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Độ đục**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón 2/3NPK	3	43.5667	
NT bón NPK	3	44.1333	
NT bón K	3	44.2667	
Nước ao	3		65.9333
Sig.		.850	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**EC**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Nước ao	3	517.33		
NT bón 2/3NPK	3		1063.67	
NT bón NPK	3		1106.67	
NT bón K	3			1713.67
Sig.		1.000	.124	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**COD**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	18.93		
NT bón 2/3NPK	3		23.45	
NT bón NPK	3			27.526667
Nước ao	3			
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TKN**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	2.05		
NT bón 2/3NPK	3		3.55	
NT bón NPK	3			4.1066667
Nước ao	3			
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.3733		
NT bón 2/3NPK	3	.5600		
NT bón NPK	3		.9333	
Nước ao	3			1.7733
Sig.		.141	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.1057		
NT bón 2/3NPK	3	.1230	.1230	
NT bón NPK	3		.1443	
Nước ao	3			.4373
Sig.		.100	.052	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TP**

Duncan

Nghiem thuc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.1457		
NT bón 2/3NPK	3	.1873	.1873	
NT bón NPK	3		.2353	
Nước ao	3			.9177
Sig.		.142	.098	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Giai đoạn tạo đót**

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	
pH	Nước ao	3	7.7500	.06000	7.69	7.81
	NT bón NPK	3	5.1833	.73105	4.59	6.00
	NT bón 2/3NPK	3	4.9233	.31005	4.57	5.15
	NT bón K	3	5.1667	.73330	4.32	5.60
	Total	12	5.7558	1.29256	4.32	7.81
DO	Nước ao	3	4.2167	.12662	4.12	4.36
	NT bón NPK	3	3.4900	.43486	3.00	3.83
	NT bón 2/3NPK	3	3.7433	.33843	3.37	4.03
	NT bón K	3	3.5100	.29513	3.17	3.70
	Total	12	3.7400	.40915	3.00	4.36
Độ đục	Nước ao	3	51.6667	2.51661	49.00	54.00
	NT bón NPK	3	29.9000	3.31813	26.40	33.00
	NT bón 2/3NPK	3	37.9000	4.42380	22.00	49.10
	NT bón K	3	25.2333	4.11015	21.30	29.50
	Total	12	36.1750	12.33989	21.30	54.00
EC	Nước ao	3	534.67	7.572	526	540
	NT bón NPK	3	1627.67	198.172	1464	1848
	NT bón 2/3NPK	3	1714.00	114.250	1635	1845
	NT bón K	3	1600.00	190.903	1380	1722
	Total	12	1369.08	520.827	526	1848
COD	Nước ao	3	65.1833	5.13264	62.22	71.11
	NT bón NPK	3	33.8433	2.82047	31.38	36.92
	NT bón 2/3NPK	3	27.6933	1.84500	25.85	29.54
	NT bón K	3	22.1533	1.84500	20.31	24.00
	Total	12	37.2183	17.62114	20.31	71.11
TKN	Nước ao	3	9.3333	.32332	8.96	9.52
	NT bón NPK	3	2.6133	.32332	2.24	2.80

	NT bón 2/3NPK	3	2.0533	.32332	1.68	2.24
	NT bón K	3	1.4933	.32332	1.12	1.68
	Total	12	3.8733	3.32981	1.12	9.52
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Nước ao	3	2.5200	0.00000	2.52	2.52
	NT bón NPK	3	1.3067	.16166	1.12	1.40
	NT bón 2/3NPK	3	.6533	.16166	.56	.84
	NT bón K	3	.3733	.16166	.28	.56
	Total	12	1.2133	.87192	.28	2.52
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nước ao	3	.4060	.02498	.39	.43
	NT bón NPK	3	.1403	.01665	.13	.16
	NT bón 2/3NPK	3	.1123	.01617	.10	.13
	NT bón K	3	.0900	.01572	.08	.11
	Total	12	.1872	.13423	.08	.43
TP	Nước ao	3	.9403	.00681	.94	.95
	NT bón NPK	3	.2780	.03161	.25	.31
	NT bón 2/3NPK	3	.1833	.03807	.14	.22
	NT bón K	3	.1457	.02747	.12	.17
	Total	12	.3868	.33842	.12	.95

### pH

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón 2/3NPK	3	4.9233	
NT bón K	3	5.1667	
NT bón NPK	3	5.1833	
Nước ao	3		7.7500
Sig.		.588	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### DO

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón NPK	3	3.4900	
NT bón K	3	3.5100	
NT bón 2/3NPK	3	3.7433	3.7433
Nước ao	3		4.2167
Sig.		.378	.107

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### Độ đục

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	25.2333	
NT bón NPK	3	29.9000	
NT bón 2/3NPK	3	37.9000	37.9000
Nước ao	3		51.6667
Sig.		.088	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### EC

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Nước ao	3	534.67	
NT bón K	3		1600.00
NT bón NPK	3		1627.67
NT bón 2/3NPK	3		1714.00
Sig.		1.000	.395

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### COD

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	22.1533		
NT bón 2/3NPK	3	27.6933		
NT bón NPK	3		33.8433	
Nước ao	3			65.1833
Sig.		.067	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### TKN

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	1.4933		
NT bón 2/3NPK	3	2.0533	2.0533	
NT bón NPK	3		2.6133	
Nước ao	3			9.3333
Sig.		.067	.067	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.3733		
NT bón 2/3NPK	3		.6533	
NT bón NPK	3			1.3067
Nước ao	3			
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.0900		
NT bón 2/3NPK	3	.1123	.1123	
NT bón NPK	3		.1403	
Nước ao	3			.4060
Sig.		.183	.105	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.1457		
NT bón 2/3NPK	3	.1833		
NT bón NPK	3		.2780	
Nước ao	3			.9403
Sig.		.144	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Giai đoạn làm đồng**

**Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	
pH	Nước ao	3	7.1600	.19313	6.99	7.37
	NT bón NPK	3	4.8000	.29597	4.46	5.00
	NT bón 2/3NPK	3	4.3967	.30665	4.15	4.74
	NT bón K	3	4.1533	.41259	3.77	4.59
	Total	12	5.1275	1.27716	3.77	7.37
DO	Nước ao	3	4.2800	.37363	3.94	4.68
	NT bón NPK	3	3.8467	.38280	3.42	4.16
	NT bón 2/3NPK	3	4.0967	.50540	3.79	4.68
	NT bón K	3	3.6433	.48686	3.23	4.18
	Total	12	3.9667	.45320	3.23	4.68
độ đục	Nước ao	3	50.0000	3.60555	46.00	53.00
	NT bón NPK	3	43.6667	2.58134	40.70	45.40
	NT bón 2/3NPK	3	40.1333	2.65016	38.00	43.10
	NT bón K	3	38.0333	3.56978	34.70	41.80
	Total	12	42.9583	5.44250	34.70	53.00
EC	Nước ao	3	623.00	27.495	599	653
	NT bón NPK	3	1346.00	132.548	1266	1499
	NT bón 2/3NPK	3	1291.00	1.732	1290	1293
	NT bón K	3	1315.00	9.165	1307	1325
	Total	12	1143.75	319.959	599	1499
COD	Nước ao	3	78.5833	4.98955	73.14	82.94
	NT bón NPK	3	39.7633	4.52843	36.14	44.84
	NT bón 2/3NPK	3	33.9567	3.92450	30.69	38.31
	NT bón K	3	29.2400	3.49816	25.25	31.78
	Total	12	45.3858	20.71689	25.25	82.94
TKN	Nước ao	3	9.0833	.28589	8.77	9.33
	NT bón NPK	3	2.0600	.07550	1.98	2.13
	NT bón 2/3NPK	3	1.8333	.19296	1.68	2.05
	NT bón K	3	1.6200	.25632	1.38	1.89
	Total	12	3.6492	3.28622	1.38	9.33
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Nước ao	3	2.5233	.16166	2.43	2.71
	NT bón NPK	3	.5233	.05132	.48	.58
	NT bón 2/3NPK	3	.3367	.12055	.21	.45
	NT bón K	3	.1633	.07506	.12	.25
	Total	12	.8867	1.00032	.12	2.71
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nước ao	3	.4587	.03055	.43	.49
	NT bón NPK	3	.1520	.03915	.12	.19
	NT bón 2/3NPK	3	.1427	.03166	.11	.18
	NT bón K	3	.1093	.02450	.09	.13
	Total	12	.2157	.14996	.09	.49



	Nước ao	3	.9403	.02501	.92	.97
	NT bón NPK	3	.1587	.00321	.16	.16
TP	NT bón 2/3NPK	3	.1500	.01552	.14	.17
	NT bón K	3	.1377	.00751	.13	.15
	Total	12	.3467	.35832	.13	.97

### pH

Duncan

Nghiệm thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	4.1533		
NT bón 2/3NPK	3	4.3967	4.3967	
NT bón NPK	3		4.8000	
Nước ao	3			7.1600
Sig.		.367	.152	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### DO

Duncan

Nghiệm thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
NT bón K	3		3.6433
NT bón NPK	3		3.8467
NT bón 2/3NPK	3		4.0967
Nước ao	3		4.2800
Sig.			.135

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### độ đục

Duncan

Nghiệm thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	38.0333	
NT bón 2/3NPK	3	40.1333	
NT bón NPK	3	43.6667	
Nước ao	3		50.0000
Sig.		.068	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**EC**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Nước ao	3	623.00	
NT bón 2/3NPK	3		1291.00
NT bón K	3		1315.00
NT bón NPK	3		1346.00
Sig.		1.000	.369

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**COD**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	29.2400		
NT bón 2/3NPK	3	33.9567	33.9567	
NT bón NPK	3		39.7633	
Nước ao	3			78.5833
Sig.		.213	.135	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TKN**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	1.6200		
NT bón 2/3NPK	3	1.8333	1.8333	
NT bón NPK	3		2.0600	
Nước ao	3			9.0833
Sig.		.265	.239	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.1633		
NT bón 2/3NPK	3	.3367	.3367	
NT bón NPK	3		.5233	
Nước ao	3			2.5233
Sig.		.091	.073	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	.1093	
NT bón 2/3NPK	3	.1427	
NT bón NPK	3	.1520	
Nước ao	3		.4587
Sig.		.155	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TP**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	.1377	
NT bón 2/3NPK	3	.1500	
NT bón NPK	3	.1587	
Nước ao	3		.9403
Sig.		.145	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Giai đoạn vào hạt****Descriptives**

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	
pH	Nước ao	3	6.6733	.28885	6.34	6.85
	NT bón NPK	3	4.2800	.10440	4.16	4.35
	NT bón 2/3NPK	3	4.4733	.04933	4.44	4.53
	NT bón K	3	4.1133	.04163	4.08	4.16
	Total	12	4.8850	1.09479	4.08	6.85
DO	Nước ao	3	4.1200	.48539	3.58	4.52
	NT bón NPK	3	3.5833	.61330	3.09	4.27
	NT bón 2/3NPK	3	3.8800	.49000	3.33	4.27
	NT bón K	3	3.7500	.18735	3.54	3.90
	Total	12	3.8333	.45078	3.09	4.52
độ đục	Nước ao	3	59.4900	.39887	59.04	59.80
	NT bón NPK	3	26.4433	4.47086	21.30	29.40
	NT bón 2/3NPK	3	29.7800	2.00030	27.80	31.80
	NT bón K	3	28.2667	3.35012	24.40	30.30
	Total	12	35.9950	14.44599	21.30	59.80
EC	Nước ao	3	629.00	17.776	609	643

	NT bón NPK	3	1364.00	138.856	1204	1453
	NT bón 2/3NPK	3	1246.00	136.963	1116	1389
	NT bón K	3	1024.67	77.242	939	1089
	Total	12	1065.92	306.044	609	1453
COD	Nước ao	3	82.5567	.67211	81.97	83.29
	NT bón NPK	3	36.2367	.66666	35.51	36.82
	NT bón 2/3NPK	3	33.1700	.66776	32.44	33.75
	NT bón K	3	32.5867	.67211	32.00	33.32
	Total	12	46.1375	22.01668	32.00	83.29
TKN	Nước ao	3	9.1133	.10970	9.05	9.24
	NT bón NPK	3	2.0567	.16166	1.87	2.15
	NT bón 2/3NPK	3	1.7100	.23643	1.49	1.96
	NT bón K	3	1.5867	.24379	1.31	1.77
	Total	12	3.6167	3.32370	1.31	9.24
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Nước ao	3	2.6733	.17786	2.47	2.80
	NT bón NPK	3	.3267	.04509	.28	.37
	NT bón 2/3NPK	3	.3300	0.00000	.33	.33
	NT bón K	3	.2033	.02309	.19	.23
	Total	12	.8833	1.08360	.19	2.80
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nước ao	3	.4463	.01266	.44	.46
	NT bón NPK	3	.2887	.01767	.28	.31
	NT bón 2/3NPK	3	.2710	.00436	.27	.27
	NT bón K	3	.2603	.01201	.25	.27
	Total	12	.3166	.07968	.25	.46
TP	Nước ao	3	.8963	.01301	.88	.91
	NT bón NPK	3	.0580	.00300	.06	.06
	NT bón 2/3NPK	3	.0373	.00961	.03	.05
	NT bón K	3	.0210	.00700	.02	.03
	Total	12	.2532	.38816	.02	.91

### pH

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	4.1133		
NT bón NPK	3	4.2800	4.2800	
NT bón 2/3NPK	3		4.4733	
Nước ao	3			6.6733
Sig.		.230	.170	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**DO**

Duncan

Nghiem thuc	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
NT bón NPK	3	3.5833	
NT bón K	3	3.7500	
NT bón 2/3NPK	3	3.8800	
Nước ao	3	4.1200	
Sig.		.225	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Độ đục**

Duncan

Nghiem thuc	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón NPK	3	26.4433	
NT bón K	3	28.2667	
NT bón 2/3NPK	3	29.7800	
Nước ao	3		59.4900
Sig.		.224	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**EC**

Duncan

Nghiem thuc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Nước ao	3	629.00		
NT bón K	3		1024.67	
NT bón 2/3NPK	3			1246.00
NT bón NPK	3			1364.00
Sig.		1.000	1.000	.207

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**COD**

Duncan

Nghiem thuc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	32.5867		
NT bón 2/3NPK	3	33.1700		
NT bón NPK	3		36.2367	
Nước ao	3			82.5567
Sig.		.317	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TKN**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	1.5867		
NT bón 2/3NPK	3	1.7100	1.7100	
NT bón NPK	3		2.0567	
Nước ao	3			9.1133
Sig.		.463	.062	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**NH<sub>4</sub><sup>+</sup>**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
NT bón K	3	.2033	
NT bón NPK	3	.3267	
NT bón 2/3NPK	3	.3300	
Nước ao	3		2.6733
Sig.		.146	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.2603		
NT bón 2/3NPK	3	.2710	.2710	
NT bón NPK	3		.2887	
Nước ao	3			.4463
Sig.		.330	.125	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**TP**

Duncan

Nghiem thức	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
NT bón K	3	.0210		
NT bón 2/3NPK	3	.0373		
NT bón NPK	3		.0580	
Nước ao	3			.8963
Sig.		.056	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Phụ lục B5 Kết quả thống kê ANOVA - kiểm định Duncan hàm lượng các chất dinh dưỡng trong thân cây lúa.**

<b>Descriptives</b>						
		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Đạm tổng số	Giai đoạn 1	3	2.1600	.10536	2.05	2.26
	Giai đoạn 2	3	1.0867	.03512	1.05	1.12
	Giai đoạn 3	3	.9067	.04509	.86	.95
	Total	9	1.3844	.58992	.86	2.26
Lân tổng số	Giai đoạn 1	3	.9543	.03150	.92	.99
	Giai đoạn 2	3	.4503	.02854	.42	.48
	Giai đoạn 3	3	.3500	.02663	.33	.38
	Total	9	.5849	.28159	.33	.99
Kali tổng số	Giai đoạn 1	3	2.0367	.06658	1.98	2.11
	Giai đoạn 2	3	1.7500	.05000	1.70	1.80
	Giai đoạn 3	3	1.6833	.03055	1.65	1.71
	Total	9	1.8233	.16852	1.65	2.11

**Đạm tổng số**

<b>Duncan</b>				
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Giai đoạn 3	3	.9067		
Giai đoạn 2	3		1.0867	
Giai đoạn 1	3			2.1600
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Lân tổng số**

<b>Duncan</b>				
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Giai đoạn 3	3	.3500		
Giai đoạn 2	3		.4503	
Giai đoạn 1	3			.9543
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### Kali tổng số

Duncan			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	1.6833	
Giai đoạn 2	3	1.7500	
Giai đoạn 1	3		2.0367
Sig.		.162	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Đạm tổng số	Giai đoạn 1	3	2.5967	.50243	2.02	2.94
	Giai đoạn 2	3	1.3900	.07550	1.32	1.47
	Giai đoạn 3	3	1.0067	.02517	.98	1.03
	Total	9	1.6644	.76228	.98	2.94
Lân tổng số	Giai đoạn 1	3	1.0727	.03347	1.04	1.10
	Giai đoạn 2	3	.6980	.05100	.65	.75
	Giai đoạn 3	3	.6673	.06561	.60	.72
	Total	9	.8127	.20052	.60	1.10
Kali tổng số	Giai đoạn 1	3	2.1800	.04583	2.14	2.23
	Giai đoạn 2	3	1.9967	.07371	1.94	2.08
	Giai đoạn 3	3	1.7167	.07371	1.66	1.80
	Total	9	1.9644	.20995	1.66	2.23

### Đạm tổng số

Duncan			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	1.0067	
Giai đoạn 2	3	1.3900	
Giai đoạn 1	3		2.5967
Sig.		.161	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



### Lân tổng số

Duncan			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	.6673	
Giai đoạn 2	3	.6980	
Giai đoạn 1	3		1.0727
Sig.		.495	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### Kali tổng số

Duncan				
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Giai đoạn 3	3	1.7167		
Giai đoạn 2	3		1.9967	
Giai đoạn 1	3			2.1800
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Đạm tổng số	Giai đoạn 1	3	2.5200	.47127	2.03	2.97
	Giai đoạn 2	3	1.3567	.04933	1.30	1.39
	Giai đoạn 3	3	.9533	.12220	.82	1.06
	Total	9	1.6100	.74577	.82	2.97
Lân tổng số	Giai đoạn 1	3	1.0123	.15082	.84	1.13
	Giai đoạn 2	3	.6807	.05056	.64	.74
	Giai đoạn 3	3	.6363	.05712	.58	.69
	Total	9	.7764	.19700	.58	1.13
Kali tổng số	Giai đoạn 1	3	2.0267	.01528	2.01	2.04
	Giai đoạn 2	3	1.9733	.03055	1.94	2.00
	Giai đoạn 3	3	1.5400	.05568	1.48	1.59
	Total	9	1.8467	.23345	1.48	2.04

### **Đạm tổng số**

Duncan			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	.9533	
Giai đoạn 2	3	1.3567	
Giai đoạn 1	3		2.5200
Sig.		.131	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### **Lân tổng số**

Duncan			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	.6363	
Giai đoạn 2	3	.6807	
Giai đoạn 1	3		1.0123
Sig.		.598	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### **Kali tổng số**

Duncan			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	1.5400	
Giai đoạn 2	3		1.9733
Giai đoạn 1	3		2.0267
Sig.		1.000	.134

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

<b>Descriptives</b>						
		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Đạm tổng số	Giai đoạn 1	3	2.4600	.32187	2.12	2.76
	Giai đoạn 2	3	1.3067	.11372	1.18	1.40
	Giai đoạn 3	3	.9267	.08963	.87	1.03
	Total	9	1.5644	.71369	.87	2.76
Lân tổng số	Giai đoạn 1	3	.9877	.10587	.91	1.11
	Giai đoạn 2	3	.6120	.02563	.59	.64
	Giai đoạn 3	3	.5420	.06421	.50	.62
	Total	9	.7139	.21697	.50	1.11
Kali tổng số	Giai đoạn 1	3	1.9133	.08622	1.82	1.99
	Giai đoạn 2	3	1.9533	.16258	1.81	2.13
	Giai đoạn 3	3	1.4200	.26153	1.12	1.60
	Total	9	1.7622	.30289	1.12	2.13

#### **Đạm tổng số**

<b>Duncan</b>			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	.9267	
Giai đoạn 2	3	1.3067	
Giai đoạn 1	3		2.4600
<b>Sig.</b>		.062	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

#### **Lân tổng số**

<b>Duncan</b>			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	.5420	
Giai đoạn 2	3	.6120	
Giai đoạn 1	3		.9877
<b>Sig.</b>		.285	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Kali tổng số**

Duncan			
Giai đoạn	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Giai đoạn 3	3	1.4200	
Giai đoạn 1	3		1.9133
Giai đoạn 2	3		1.9533
Sig.		1.000	.800

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Descriptives**

		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Đạm tổng số	Nghiệm thức 1	3	.9233	.03055	.89	.95
	Nghiệm thức 2	3	.9600	.03000	.93	.99
	Nghiệm thức 3	3	.9267	.05686	.88	.99
	Nghiệm thức 4	3	.7967	.03215	.76	.82
	Total	12	.9017	.07309	.76	.99
Lân tổng số	Nghiệm thức 1	3	.8900	.02646	.86	.91
	Nghiệm thức 2	3	.9667	.00577	.96	.97
	Nghiệm thức 3	3	.9200	.01000	.91	.93
	Nghiệm thức 4	3	.7000	.02000	.68	.72
	Total	12	.8692	.10698	.68	.97
Kali tổng số	Nghiệm thức 1	3	.5267	.02082	.51	.55
	Nghiệm thức 2	3	.6300	.01000	.62	.64
	Nghiệm thức 3	3	.5700	.01000	.56	.58
	Nghiệm thức 4	3	.3900	.01000	.38	.40
	Total	12	.5292	.09298	.38	.64

**Đạm tổng số**

Duncan			
Nghiemthuc	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Nghiệm thức 4	3	.7967	
Nghiệm thức 1	3		.9233
Nghiệm thức 3	3		.9267
Nghiệm thức 2	3		.9600

Sig. 1.000 .302

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Lân tổng số**

Duncan		Subset for alpha = 0.05		
Nghiemthuc	N	1	2	3
Nghiệm thức 4	3	.7000		
Nghiệm thức 1	3		.8900	
Nghiệm thức 3	3		.9200	
Nghiệm thức 2	3			.9667
Sig.		1.000	.070	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Kali tổng số**

Duncan		Subset for alpha = 0.05			
Nghiemthuc	N	1	2	3	4
Nghiệm thức 4	3	.3900			
Nghiệm thức 1	3		.5267		
Nghiệm thức 3	3			.5700	
Nghiệm thức 2	3				.6300
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Phụ lục B6 Kết quả thống kê ANOVA - kiểm định Duncan hàm lượng các chất dinh dưỡng trong hạt lúa**

**Descriptives**

		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Đạm tổng số	Nghiệm thức 1	3	.9233	.03055	.89	.95
	Nghiệm thức 2	3	.9600	.03000	.93	.99
	Nghiệm thức 3	3	.9267	.05686	.88	.99
	Nghiệm thức 4	3	.7967	.03215	.76	.82
	Total	12	.9017	.07309	.76	.99
Lân tổng số	Nghiệm thức 1	3	.8900	.02646	.86	.91
	Nghiệm thức 2	3	.9667	.00577	.96	.97

	Nghiệm thức 3	3	.9200	.01000	.91	.93
	Nghiệm thức 4	3	.7000	.02000	.68	.72
	Total	12	.8692	.10698	.68	.97
	Nghiệm thức 1	3	.5267	.02082	.51	.55
	Nghiệm thức 2	3	.6300	.01000	.62	.64
Kali tổng số	Nghiệm thức 3	3	.5700	.01000	.56	.58
	Nghiệm thức 4	3	.3900	.01000	.38	.40
	Total	12	.5292	.09298	.38	.64

### Đạm tổng số

Duncan			
Nghiemthuc	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Nghiệm thức 4	3	.7967	
Nghiệm thức 1	3		.9233
Nghiệm thức 3	3		.9267
Nghiệm thức 2	3		.9600
Sig.		1.000	.302

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

### Lân tổng số

Duncan				
Nghiemthuc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Nghiệm thức 4	3	.7000		
Nghiệm thức 1	3		.8900	
Nghiệm thức 3	3		.9200	
Nghiệm thức 2	3			.9667
Sig.		1.000	.070	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Kali tổng số**

Duncan					
Nghiemthuc	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Nghiệm thức 4	3	.3900			
Nghiệm thức 1	3		.5267		
Nghiệm thức 3	3			.5700	
Nghiệm thức 2	3				.6300
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Phụ lục B7 Kết quả thống kê ANOVA - kiểm định Duncan chất lượng đất trước và sau khi thí nghiệm của các nghiệm thức**

Descriptives						
		N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
pH	Đối chứng	3	4.8500	.01000	4.84	4.86
	Nghiệm thức 1	3	4.5500	.07937	4.46	4.61
	Nghiệm thức 2	3	4.6300	.06000	4.57	4.69
	Nghiệm thức 3	3	4.6667	.03512	4.63	4.70
	Nghiệm thức 4	3	4.8200	.19079	4.64	5.02
	Total	15	4.7033	.14426	4.46	5.02
EC	Đối chứng	3	679.0000	2.64575	677.00	682.00
	Nghiệm thức 1	3	402.6667	17.00980	386.00	420.00
	Nghiệm thức 2	3	420.0000	27.18455	397.00	450.00
	Nghiệm thức 3	3	431.3333	12.34234	421.00	445.00
	Nghiệm thức 4	3	440.0000	19.15724	427.00	462.00
	Total	15	474.6000	107.61094	386.00	682.00
CHC	Đối chứng	3	6.3700	.03606	6.34	6.41
	Nghiệm thức 1	3	6.1333	.11060	6.03	6.25
	Nghiệm thức 2	3	6.7333	.06110	6.68	6.80
	Nghiệm thức 3	3	6.5500	.28160	6.24	6.79
	Nghiệm thức 4	3	6.3333	.29366	6.07	6.65
	Total	15	6.4240	.26554	6.03	6.80
N_tong	Đối chứng	3	.3000	.02000	.28	.32
	Nghiệm thức 1	3	.2767	.00577	.27	.28
	Nghiệm thức 2	3	.2933	.01528	.28	.31
	Nghiệm thức 3	3	.3067	.00577	.30	.31
	Nghiệm thức 4	3	.3000	.01000	.29	.31

	Total	15	.2953	.01506	.27	.32
	Đối chứng	3	23.7433	.08505	23.68	23.84
N_NH4	Nghiệm thức 1	3	23.0967	1.31154	21.75	24.37
	Nghiệm thức 2	3	24.8933	1.18340	23.57	25.85
	Nghiệm thức 3	3	24.5400	1.42060	23.03	25.85
	Nghiệm thức 4	3	23.1767	1.65847	21.37	24.63
	Total	15	23.8900	1.29724	21.37	25.85
	Đối chứng	3	.1733	.00681	.17	.18
N_NO3	Nghiệm thức 1	3	.0543	.00971	.05	.07
	Nghiệm thức 2	3	.0827	.01021	.07	.09
	Nghiệm thức 3	3	.0663	.00814	.06	.07
	Nghiệm thức 4	3	.0597	.00451	.06	.06
	Total	15	.0873	.04614	.05	.18
	Đối chứng	3	.0577	.00416	.05	.06
P_tong	Nghiệm thức 1	3	.0487	.00416	.04	.05
	Nghiệm thức 2	3	.0673	.00252	.07	.07
	Nghiệm thức 3	3	.0623	.00404	.06	.07
	Nghiệm thức 4	3	.0527	.00404	.05	.06
	Total	15	.0577	.00761	.04	.07
	Đối chứng	3	11.5200	.09165	11.44	11.62
Lan_de_tie u	Nghiệm thức 1	3	10.9500	.46936	10.41	11.26
	Nghiệm thức 2	3	11.9900	.66340	11.48	12.74
	Nghiệm thức 3	3	11.6567	.23029	11.42	11.88
	Nghiệm thức 4	3	10.2667	.24502	10.02	10.51
	Total	15	11.2767	.71121	10.02	12.74

### pH

Duncan			
Nghiem_thuc	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Nghiệm thức 1	3	4.5500	
Nghiệm thức 2	3	4.6300	
Nghiệm thức 3	3	4.6667	4.6667
Nghiệm thức 4	3		4.8200
Đối chứng	3		4.8500
Sig.		.192	.052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



**EC**

Duncan				
Nghiem_thuc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Nghiệm thức 1	3	402.6667		
Nghiệm thức 2	3	420.0000	420.0000	
Nghiệm thức 3	3	431.3333	431.3333	
Nghiệm thức 4	3		440.0000	
Đối chứng	3			679.0000
Sig.		.086	.214	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**CHC**

Duncan				
Nghiem_thuc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Nghiệm thức 1	3	6.1333		
Nghiệm thức 4	3	6.3333	6.3333	
Đối chứng	3	6.3700	6.3700	6.3700
Nghiệm thức 3	3		6.5500	6.5500
Nghiệm thức 2	3			6.7333
Sig.		.178	.215	.050

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**N\_NO3**

Duncan				
Nghiem_thuc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Nghiệm thức 1	3	.0543		
Nghiệm thức 4	3	.0597		
Nghiệm thức 3	3	.0663		
Nghiệm thức 2	3		.0827	
Đối chứng	3			.1733
Sig.		.115	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**P\_tong**

Duncan					
Nghiem_thuc	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Nghiem thứ 1	3	.0487			
Nghiem thứ 4	3	.0527	.0527		
Đối chứng	3		.0577	.0577	
Nghiem thứ 3	3			.0623	.0623
Nghiem thứ 2	3				.0673
Sig.		.231	.142	.167	.142

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

**Lan\_de\_tieu**

Duncan				
Nghiem_thuc	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Nghiem thứ 4	3	10.2667		
Nghiem thứ 1	3	10.9500	10.9500	
Đối chứng	3		11.5200	11.5200
Nghiem thứ 3	3		11.6567	11.6567
Nghiem thứ 2	3			11.9900
Sig.		.060	.063	.195

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.