

DOI:10.22144/ctu.jsi.2019.112

ĐA DẠNG LOÀI TẢO BÁM TRONG RUỘNG LÚA THÂM CANH Ở HUYỆN CHỢ MỚI, TỈNH AN GIANG, VIỆT NAM

Bùi Thị Mai Phụng^{1*}, Võ Đan Thanh¹ và Nguyễn Hữu Chiếm²

¹Khoa Kỹ thuật – Công nghệ – Môi trường, Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia TP HCM

²Khoa Môi trường và Tài nguyên Thiên nhiên, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Bùi Thị Mai Phụng (email: btmphung@agu.edu.vn)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 03/07/2019

Ngày nhận bài sửa: 21/08/2019

Ngày duyệt đăng: 15/10/2019

Title:

Diversity of benthic microalgal species in intensive rice cultivation, Cho Moi district, An Giang province, Vietnam

Từ khóa:

Chỉ số đa dạng Margalef, đài vật nhân tạo, ruộng lúa thâm canh, tảo bám, thành phần loài

Keywords:

Artificial substrates, benthic microalgae, intensive rice cultivation, Margalef richness index, species composition

ABSTRACT

The aim of the study was to identify and compare the composition of benthic microalgae living on artificial substrates (refined bricks) of intensive rice cultivation in the Winter-Spring crop from 2016 to 2017 and Summer-Autumn crop in 2017. The experiment was carried out in three paddy fields with area of 1,000 m² each. Comparative morphological method was used to identify algae species. Qualitative results showed that there were 157 taxa belonging to 63 genera, 34 families, 15 orders, and 3 phyla (Chlorophyta, Bacillariophyta, and Cyanobacteria), in which Chlorophyta predominated. The composition of benthic microalgae characterizes intensive rice fields with strong development of Pennales belonging to Bacillariophyta, Volvocales, Desmidiiales, and Chlorococcales belonging to Chlorophyta. Heavy rain, the cover of leaf canopy, low fertilizer mass, and spraying pesticides were capable of reducing composition species and density of benthic microalgae.

TÓM TẮT

Mục đích của nghiên cứu là xác định và so sánh thành phần loài vi tảo sống bám trên đài vật nhân tạo (gạch thẻ) được đặt trong ruộng lúa thâm canh vào vụ Đông Xuân 2016-2017 và Hè Thu 2017. Thí nghiệm được thực hiện ở ba ruộng lúa, mỗi ruộng có diện tích 1.000 m². Phương pháp hình thái so sánh được sử dụng để định danh loài. Kết quả định tính cho thấy trong ruộng lúa thâm canh có sự hiện diện của 157 loài thuộc 63 giống, 34 họ, 15 bộ và 3 ngành tảo (tảo lục, tảo khuê và vi khuẩn lam), trong đó ưu thế thuộc ngành tảo lục. Cấu trúc thành phần loài vi tảo bám đặc trưng cho ruộng lúa thâm canh với sự phát triển mạnh của các loài tảo khuê thuộc lớp tảo lông chim Pennales, tảo lục thuộc bộ Volvocales, Desmidiiales và Chlorococcales. Thời tiết mưa nhiều, độ che rợp của tán lá lúa, khối lượng phân bón ít cùng với việc phun xịt thuốc bảo vệ thực vật đều có khả năng làm giảm thành phần loài và mật độ tảo bám.

Trích dẫn: Bùi Thị Mai Phụng, Võ Đan Thanh và Nguyễn Hữu Chiếm, 2019. Đa dạng loài tảo bám trong ruộng lúa thâm canh ở huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang, Việt Nam. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 55(Số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu)(1): 53-67.

1 GIỚI THIỆU

Tảo thuộc nhóm sinh vật quang tự dưỡng, sống trôi nổi tự do trong lớp nước ở trên mặt, một số sống bám đáy hay các giá thể khác ở dưới nước hoặc nằm tự do ở dưới đáy, tham gia vào nhóm sinh vật đáy (Hoàng Thị Sản, 2009). Tảo rất phổ biến trong đất lúa nước bao gồm tảo lam (hay còn gọi là vi khuẩn lam), tảo lục, tảo khuê,... số lượng có thể đạt tới vài chục triệu tế bào trong một gram đất. Trong ruộng lúa, chúng có khả năng cố định phân tử nitrogen từ khí quyển thành ammonium (Dương Đức Tiến, 1996; Nguyễn Văn Tuyên, 2003; Vũ Quang Mạnh, 2004) làm giàu chất hữu cơ (Nguyễn Xuân Thành và *ctv.*, 2009) và tăng khả năng giữ nước của đất lên 40% (Dương Đức Tiến, 1996). Vì thế, tảo là nguồn phân bón rất hữu ích cho cây trồng (Vũ Ngọc Út và Dương Thị Hoàng Oanh, 2013). Đặc biệt, tảo bám có vai trò chuyển hóa các chất dinh dưỡng vô cơ thành dạng hữu cơ (Newbold *et al.*, 1982; Stevenson, 1996; Mundree, 2001, trích dẫn bởi Dalu, 2014). Các loài tảo khuê bám như *Epithemia* sp. và *Rhopalodia* sp. có khả năng cố định nitrogen thành ammonium hoặc các amino acid (Borchardt, 1996, trích dẫn bởi Dalu, 2014). Đồng thời, tảo bám còn tạo thành một nguồn năng lượng đáng kể (đường, amino acid,...) cho bậc dinh dưỡng cao hơn (Dalu, 2014).

Nhiều nghiên cứu đã được thực hiện ở Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) thường tập trung vào thành phần loài, mật số và sinh khối tảo phù du trong các kênh, mương, ruộng lúa hai vụ (Võ Đan Thanh, 2014; Nguyễn Hân Nhi, 2015) và lúa ba vụ (Nguyễn Hữu Chiêm và *ctv.*, 1999; Dương Trí Dũng và *ctv.*, 2002; Ngô Ngọc Hưng, 2009; Bùi Thị Mai Phụng và *ctv.*, 2017; Bùi Thị Mai Phụng và *ctv.*, 2018). Bên cạnh đó, còn có các nghiên cứu về cấu trúc quần xã tảo khuê bám ở Hồ Tây (Dương Thị Thủy và Lê Thị Phương Quỳnh, 2012), sống bám trên các đài vật của rừng ngập mặn Cần Giờ (Nguyễn Thị Gia Hằng và *ctv.*, 2009), sống bám trong trầm tích ở rừng ngập mặn Cù Lao Dung (Nguyễn Thị Gia Hằng và Nguyễn Thanh Tùng, 2013), sống bám ở một số hệ

thống kênh mương thủy lợi điển hình vùng nông thôn đồng bằng sông Hồng (Trịnh Quang Huy và Nguyễn Thị Thu Hà, 2011). Sau là các nghiên cứu về vi khuẩn lam (VKL) sống bám trong ruộng lúa vùng Hà Nội và phụ cận (Nguyễn Thị Minh Lan, 1995), VKL sống trong đất ruộng lúa ở vùng Hà Nội và phụ cận (Nguyễn Thị Minh Lan và Lê Khương Thủy, 2000 trích dẫn bởi Vũ Quang Mạnh, 2004). Bước đầu các tác giả đã định danh được các loài tảo khuê và VKL sống bám. Tuy nhiên, có rất ít công trình nghiên cứu về đa dạng loài tảo bám trong ruộng lúa thâm canh ở ĐBSCL. Vì thế, nghiên cứu này được thực hiện với mục tiêu là đánh giá tính đa dạng loài và xác định mật độ phân bố của chúng trong ruộng lúa thâm canh.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thời gian và địa điểm thí nghiệm

Thí nghiệm được thực hiện vào vụ Đông Xuân (tháng 12/2016 đến tháng 3/2017) và vụ Hè Thu (tháng 4 đến tháng 7/2017) tại 3 ruộng trồng lúa thâm canh ở ấp Long Hòa 1, xã Long Kiến, huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang. Mỗi ruộng có diện tích 1.000 m² và được xem như một lần lặp lại.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

Mô tả ruộng nghiên cứu: Chọn ba ruộng thí nghiệm có các điều kiện canh tác giống nhau về mật độ sạ lúa, giống lúa, phân bón, thuốc bảo vệ thực vật (BVTV), chế độ bón phân, quản lý nước do có cùng một hộ canh tác lúa nhưng ở ba vị trí khác nhau. Trước khi gieo sạ, nông hộ không đốt đồng mà chỉ cây xới gốc rạ. Các giống lúa IR 50404 và OM 4218 được trồng vào vụ Đông Xuân 2016-2017 và Hè Thu 2017 với mật độ sạ là 27 kg/1.000 m². Gạch thẻ xây dựng (kích thước 170×70×35 mm) được cắt thành bốn viên nhỏ (kích thước mỗi viên là 85×35×35 mm) làm đài vật cho tảo bám trong ruộng lúa. Trước khi sạ lúa, khoảng 20 mẫu gạch được đặt ngẫu nhiên ở mặt ruộng sao cho bề dày phân nằm trên mặt đất là 10 mm và có đánh dấu.

Bảng 1: Khối lượng phân nguyên chất và công thức bón cho cây lúa thí nghiệm

Đợt bón phân/giai đoạn phát triển của cây lúa	Đông Xuân			Hè Thu		
	kgN	kgP ₂ O ₅	kgK ₂ O	kgN	kgP ₂ O ₅	kgK ₂ O
Đợt 1 (đầu đẻ nhánh)	3,02	2,44	-	1,96	1,76	-
Đợt 2 (cuối đẻ nhánh)	4,00	3,10	0,40	4,13	2,07	0,27
Đợt 3 (làm đòng)	3,00	1,72	3,40	2,76	-	4,40
Đợt 4 (chín)	2,30	-	-	1,07	1,07	0,53
Tổng (kg/1.000 m ²)	12,32	7,26	3,80	9,92	4,89	5,20
Công thức bón (kg/ha)	123,2 kgN – 72,6 kgP ₂ O ₅ – 38 kgK ₂ O			99,2 kgN – 48,9 kgP ₂ O ₅ – 52 kgK ₂ O		

Các loại phân urea, superphosphate, KCl, DAP và NPK được bón cho lúa. Phân được chia làm bốn

đợt bón, trong đó phân đạm và lân được bón nhiều ở đợt 2, còn kali được bón nhiều ở đợt 3 (Bảng 1).

Trước khi thu mẫu, các điều kiện thời tiết, hiện tượng xảy ra trên ruộng (màu nước, cây lúa, các loại bệnh hại,...) được quan sát và ghi nhận, đồng thời nông hộ được phỏng vấn trực tiếp về loại và lượng phân bón, thuốc BVTV đã phun xịt trên cây lúa để cung cấp thông tin góp phần lý giải, làm sáng tỏ kết quả phân tích.

Mẫu tảo được thu sau khi bón phân 6 ngày, với tần suất 1 lần/đợt, gồm có bốn đợt thu: đợt 1 (đầu đê nhánh), đợt 2 (cuối đê nhánh), đợt 3 (làm đòng) và đợt 4 (giai đoạn chín). Mẫu được thu vào buổi sáng từ 6 đến 10 giờ.

Phương pháp thu mẫu: Đặt một tấm bọc nylon đã cắt rời một ô hình chữ nhật 12 cm² lên bề mặt viên gạch, dùng bàn chải đánh răng cạo hết phần tảo bám trên phần diện tích đó, cho vào lọ nhựa 110 mL, thêm nước cất đầy lọ và cố định bằng formol 4% (Kunpradid *et al.*, 2010). Đối với mẫu định lượng ghi nhận diện tích đã cạo trên mỗi viên gạch, số lượng gạch thu từ 5-6 viên/mẫu. Tổng số mẫu thu cho cả hai vụ trồng là 48 mẫu, trong đó có 24 mẫu định tính và 24 mẫu định lượng. Cứ sau mỗi đợt thu, đài vật được rửa sạch và đặt lại ruộng.

Định danh tảo: Áp dụng phương pháp hình thái so sánh bằng cách quan sát các đặc điểm hình thái, cấu tạo để xác định tên giống hoặc tên loài tảo dưới kính hiển vi quang học ở vật kính X10 và X40. Định danh tảo theo các tài liệu của Boyer *et al.* (1916), phân loại phiêu sinh ở miền Nam – Việt Nam của Shirota (1966), Dương Đức Tiên (1996), Dương Đức Tiên và Võ Hành (1997), the Natural History Museum and the British Phycological Society (2002) và Nguyễn Văn Tuyên (2003). Sau đó, hình ảnh của tảo được chụp lưu lại bằng máy ảnh kỹ thuật số Sony 18,2 megapixels.

Định lượng tảo: Áp dụng phương pháp của Boyd and Tucker (1998), sử dụng buồng đếm Sedgewick–Rafter. Đếm số lượng cá thể của từng ngành tảo có trong mẫu và quy ra mật độ cá thể/cm². Mật độ tảo bám được xác định theo công thức (1):

$$Y = \frac{X \times 1000 \times 110}{N \times S} \quad (1)$$

Trong đó, Y: số cá thể tảo trên 1 cm² (cá thể/cm²), X: số cá thể đếm được trong 100 ô đếm; N: số ô đếm (N = 100), S: diện tích thu tảo ngoài hiện trường (cm²), 1000: tổng số ô của buồng đếm.

Chỉ số đa dạng: Tính theo công thức của Margalef (1968): $d = \frac{S-1}{\ln N}$ (2)

Trong đó, S: số loài trong mẫu, N: tổng số cá thể đếm được trong mẫu (cá thể/cm²) (Vũ Ngọc Út và

Dương Thị Hoàng Oanh, 2013) và đánh giá mức đa dạng sinh học theo chỉ số đa dạng d (Bộ Tài nguyên và Môi trường và *ctv.*, 2014). Khi $d > 3,5$, đánh giá ở mức đa dạng tảo rất phong phú.

Thống kê số liệu: Ứng dụng phương pháp phân tích kiểm định phi tham số Kruskal – Wallis với mức ý nghĩa 0,05 bằng phần mềm thống kê SPSS version 20.0 để xác định mật độ tảo bám trong ruộng lúa theo các đợt bón phân. Đồng thời, so sánh trung bình mật độ tảo bám trong cùng một đợt bón phân giữa hai vụ Đông Xuân và Hè Thu bằng kiểm định t đôi với hai mẫu độc lập (Independent-Sample T Test) (Lê Thanh Phong, 2011).

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Thành phần loài tảo bám trong ruộng lúa thâm canh

3.1.1 Vụ Đông Xuân

Qua bốn đợt khảo sát thành phần loài tảo bám trong ruộng lúa vụ Đông Xuân (Bảng 2) đã phát hiện 114 loài, thuộc 51 giống, 31 họ, 16 bộ, 3 ngành tảo như tảo lục, tảo khuê và VKL. Trong cùng một ngành tảo (khuê, lục hay VKL), số lượng loài tảo bám xuất hiện ở bốn đợt khảo sát biến động không lớn dao động từ 46 loài cho đến 51 loài. Tuy nhiên, số loài tảo bám xuất hiện ở từng đợt khảo sát lại chênh lệch khá cao so với tổng số loài phát hiện là do có sự luân phiên xuất hiện giữa các loài theo các giai đoạn phát triển của cây lúa. Số lượng loài tảo khuê xuất hiện cao nhất ở đầu giai đoạn đẻ nhánh (28 loài), trong khi đó lại xuất hiện ít nhất ở giai đoạn lúa chín rộ (18 loài), ngược lại, số lượng loài tảo lục xuất hiện cao nhất ở giai đoạn lúa chín (30 loài) nhưng lại thấp nhất ở đầu giai đoạn đẻ nhánh (22 loài). Kết quả này phù hợp với Reynaud and Roger (1978), từ lúc trồng lúa đến đâm chồi, tảo khuê và tảo lục đơn bào chiếm ưu thế trong ruộng lúa. Sau giai đoạn trổ bông, khi mật độ cây thưa thớt, các loài tảo lục dạng sợi chiếm ưu thế trong ruộng lúa. Theo Bảng 4, giống tảo khuê *Cocconeis* và các giống tảo lục như *Closterium*, *Hyalotheca*, *Monoraphidium* và *Palmella* chỉ xuất hiện ở đầu giai đoạn đẻ nhánh. Các giống tảo khuê như *Gyrosigma*, *Stauroneis*; các giống tảo lục như *Cladophora*, *Euastrum*, *Klebsormidium*, *Mougeotiopsis*, *Stichococcus* và *Stigeoclonium* và các giống VKL như *Calothrix*, *Oscillatoria* chỉ xuất hiện ở giai đoạn lúa chín rộ.

Tảo lục xuất hiện trong ruộng lúa với số loài cao nhất (67 loài, chiếm 58,8%), trong khi đó VKL có số loài thấp nhất (5 loài, chiếm 4,4% tổng số loài). Tảo lục là ngành đa dạng về cấu trúc thành phần loài nhất gồm 67 loài, 33 giống, 20 họ và 9 bộ (Bảng 2) là do thời tiết trong vụ Đông Xuân thuận lợi cho chúng phát triển. Theo Vũ Ngọc Út và Dương Thị

Hoàng Oanh (2013), tảo lục phát triển mạnh vào mùa Xuân và mùa Thu. Các loài tảo lục chiếm ưu thế thuộc các giống như: *Chlamydomonas* (12 loài),

Cosmarium (7 loài), *Sphaerellopsis* (6 loài), *Chlorococcum* và *Scenedesmus* (4 loài) (Bảng 4).

Bảng 2: Cấu trúc thành phần loài tảo bám trong ruộng lúa thâm canh vào vụ Đông Xuân 2016-2017

Ngành tảo	Bộ	Họ	Giống	Số loài					Tỷ lệ%
				Tổng đợt	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3	Đợt 4	
<i>Bacillariophyta</i> (tảo khuê)	5	8	13	42	23	28	21	18	36,8
<i>Cyanobacteria</i> (VKL)	2	3	5	5	1	1	1	2	4,4
<i>Chlorophyta</i> (tảo lục)	9	20	33	67	23	22	24	30	58,8
Tổng	16	31	51	114	47	51	46	50	100

Đối với ngành tảo khuê, các loài chiếm ưu thế thuộc lớp tảo lông chim như: giống *Navicula* (13 loài) và *Nitzschia* (9 loài) (Bảng 4). Theo Vũ Ngọc Út và Dương Thị Hoàng Oanh (2013), các giống tảo thuộc bộ phụ Biraphidineae gần như hoàn toàn thích hợp sống bám trên nền bùn. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Dương Thị Thủy và ctv. (2010), các giống *Navicula* (58 loài) và *Nitzschia* (27 loài) sống bám chiếm ưu thế ở khu vực sông Nhuệ và sông Đáy.

Đối với ngành VKL xuất hiện với số lượng loài rất thấp (5 loài) có thể do bề mặt đất vật chưa thích hợp cho chúng sống bám. Theo Nguyễn Thị Minh Lan (1995), VKL thường xuất hiện nhiều nhất ở vùng xung quanh cây lúa (33 loài) và trên bề mặt đất

trong ruộng lúa ở vùng Hà Nội và phụ cận (30 loài).

3.1.2 Vụ Hè Thu

Thành phần loài tảo bám hiện diện trong ruộng lúa vụ Hè Thu (Bảng 3) gồm 110 loài, thuộc 50 giống, 27 họ, 15 bộ, 3 ngành tảo lục, tảo khuê và VKL. Trong đó, tảo lục đa dạng về cấu trúc thành phần loài nhất gồm 67 loài, 34 giống, 17 họ và 8 bộ. Tương tự như vụ Đông Xuân, thành phần loài tảo lục bám trong vụ Hè Thu cũng có số lượng cao nhất (67 loài), trong khi đó VKL có số loài thấp nhất (6 loài). Các loài tảo lục chiếm ưu thế thuộc giống *Chlamydomonas* (9 loài), *Scenedesmus* và *Sphaerellopsis* (đều có 8 loài) và các loài tảo khuê chiếm ưu thế thuộc giống *Navicula* (11 loài), *Nitzschia* (9 loài) và *Synedra* (5 loài) (Bảng 4).

Bảng 3: Cấu trúc thành phần loài tảo bám trong ruộng lúa thâm canh vào vụ Hè Thu 2017

Ngành tảo	Bộ	Họ	Giống	Số loài					Tỷ lệ %
				Tổng đợt	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3	Đợt 4	
<i>Bacillariophyta</i> (tảo khuê)	5	8	12	37	20	21	10	24	33,6
<i>Cyanobacteria</i> (VKL)	2	2	4	6	4	1	3	3	5,5
<i>Chlorophyta</i> (tảo lục)	8	17	34	67	45	27	19	21	60,9
Tổng	15	27	50	110	69	49	32	48	100

Số loài tảo bám xuất hiện thấp nhất ở đợt 3 (32 loài) (Bảng 3) là vì cây lúa bị rầy nâu, sâu cuốn lá và bệnh đạo ôn tấn công nên nông dân đã phun xịt thuốc trừ rầy Chess 50WG, trừ sâu Indosuper 150SC, Tungperin 10EC và Acfubim 800WP trước khi bón một ngày. Theo Công ty Syngenta Thụy Sĩ (2013b), hoạt chất pymetrozine trong thuốc Chess 50WG có tính chất diệt tảo, đặc biệt là giết chết 50% số lượng tảo lục *Pseudokirchneriella subcapitata* khi hàm lượng trên 100 mg/L trong 72 giờ. Theo Stratton and Corke (1982), hoạt chất permethrin thuộc nhóm pyrethroid có trong thuốc trừ sâu Tungperin 10EC đã ảnh hưởng đến sự tăng trưởng, khả năng quang hợp và khả năng khử acetylen của hai loài tảo lục (*Chlorella pyrenoidosa* và *Scenedesmus quadricaudata*) và ba loài VKL (*Anabaena* spp.), trong đó VKL nhạy cảm với hoạt chất này hơn tảo lục. Qua đó cho thấy thuốc BVTV đã góp phần giết chết nhiều loài tảo sống trong ruộng lúa.

3.1.3 So sánh thành phần loài tảo bám giữa hai vụ Đông Xuân và Hè Thu

Qua hai vụ khảo sát (Bảng 4) đã phát hiện được tổng số 157 loài vi tảo bám hiện diện trong ruộng lúa thuộc 63 giống, 33 họ, 16 bộ và 3 ngành tảo (tảo khuê, VKL và tảo lục), trong đó, tảo lục có số loài cao nhất (98 loài), sau là tảo khuê (51 loài) và VKL (8 loài). Đồng thời, không có sự biến động lớn về số lượng loài tảo bám giữa hai vụ (114 loài vụ Đông Xuân và 110 loài vụ Hè Thu) và cấu trúc thành phần loài cũng không chênh lệch nhau nhiều giữa hai vụ. Tuy nhiên, số loài tảo bám xuất hiện ở hai vụ khảo sát lại chênh lệch khá cao so với tổng số loài phát hiện là do có sự phát triển luân phiên nhau giữa các giai đoạn phát triển của cây lúa. Trong số 40 giống tảo bám xuất hiện ở cả vụ Đông Xuân lẫn Hè Thu, có 10 giống thuộc ngành tảo khuê, 3 giống thuộc ngành VKL và 27 giống thuộc ngành tảo lục.

Các nghiên cứu về sự xuất hiện của các giống tảo theo mùa vụ canh tác lúa thì chưa được công bố.

Do vậy, chưa có cơ sở khoa học để giúp lý giải tại sao giống tảo này chỉ xuất hiện vào vụ Đông Xuân nhưng lại không xuất hiện vào vụ Hè Thu và ngược lại.

Tảo lục là ngành tảo có số lượng loài cao nhất so với hai ngành tảo khuê và VKL ở cả hai vụ (chiếm 62,4% tổng số loài). Các giống tảo lục sống bám được phát hiện thuộc nhóm tảo đơn bào (*Chlamydomonas*, *Cosmarium* và *Sphaerellopsis*) hay tập đoàn (*Chlorococcum*). Tảo lục có nhiều hình dạng như: hình cầu (giống *Chlorella* và *Chlorococcum*), dạng thoi hay hình quả chanh dài (giống *Oocystis*), hình ống (giống *Hydrodictyon*), có nhiều mắt bên, các lông cứng hay gai (giống *Golenkinia*, *Golenkiniopsis* và *Scenedesmus*) và dạng tập đoàn (*Eudorina*, *Volvox*).

Các giống tảo khuê sống bám được phát hiện đa phần thuộc lớp tảo lông chim chiếm 90,2% tổng số loài tảo khuê (46 loài), chỉ có 9,8% loài tảo khuê thuộc lớp tảo trung tâm. Các giống thuộc lớp tảo lông chim gồm *Synedra*, *Cocconeis*, *Amphipleura*, *Cymbella*, *Frustulia*, *Neidium*, *Pinnularia*, *Stauroneis*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Gyrosigma*, *Surirella* và *Rhopalodia*, trong số đó, có nhiều loài thuộc giống *Nitzschia* (13 loài), *Navicula* (13 loài) và *Synedra* (5 loài). Kết quả này phù hợp với Nguyễn Bá (2007), Vũ Ngọc Út và Dương Thị Hoàng Oanh (2013), những loài tảo khuê dị dưỡng chủ yếu là tảo khuê thuộc lớp lông chim có đối xứng hai bên thuộc bộ phụ Biraphidineae như giống *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Rhopalodia*, *Frustulia*, *Surirella*,... thường sống bám trên nền bùn.

VKL sống bám là ngành có số lượng loài thấp nhất (8/157 loài, chiếm 5,1% tổng số loài). Các

giống này thuộc dạng đơn bào (giống *Synechococcus*, *Synechococcus*), dạng tập đoàn (giống *Gloeocapsa*), dạng sợi dị bào (giống *Anabaena*, *Calothrix*) và dạng sợi không có dị bào (giống *Oscillatoria*). Các công trình nghiên cứu về VKL ở trong ruộng lúa của nước ta đã được công bố từ những năm 1990. Chẳng hạn, Dương Đức Tiến (1990) đã phân lập được 5 loài VKL có khả năng cố định đạm trong ruộng lúa ở huyện Hòa Đức, Hà Nội như *Aphanothece* sp., *Nostoc muscorum*, *Nostoc commune*, *Anabaena variabilis* và *Gloeotrichia* sp.. Sau đó, Đặng Đình Kim và Đặng Hoàng Phước Hiền (1999) đã phát hiện 68 loài VKL có khả năng cố định đạm trong ruộng lúa các tỉnh phía Nam. Tiếp theo, Nguyễn Thị Minh Lan (1995) đã phát hiện trong ruộng lúa vùng Hà Nội và phụ cận có 2 giống (*Nostoc* và *Anabaena*) có khả năng cố định đạm. Năm 2006, Võ Hành và ctv. đã phân lập được 9 loài VKL có dị bào trong đất trồng lúa ở tỉnh Đắk Lắk. Nguyễn Thị Khoa My và Trần Mỹ Trân (2006) (trích dẫn bởi Phan Thị Trúc Ly, 2009) đã phân lập các giống VKL *Anabaena*, *Cylindrospermum*, *Nostoc*, *Gloeotrichia* và *Scytonema* trong ruộng lúa ở quận Ninh Kiều, Thành phố Cần Thơ. Mặc dù, có nhiều tác giả đã công bố có nhiều loài VKL sống bám trong ruộng lúa nhưng trong kết quả nghiên cứu này chỉ phát hiện 8 loài VKL sống bám trên đài vật, trong đó chỉ có 2 giống có khả năng cố định đạm như *Anabaena* và *Calothrix*. Điều này cho thấy rằng đài vật nhân tạo chưa thích hợp cho VKL sống bám.

Từ các kết quả trên cho thấy trong ruộng lúa có sự hiện diện của ba giống tảo sống bám phổ biến như: *Chlamydomonas*, *Nitzschia* và *Navicula* (đều có 13 loài) thuộc hai ngành tảo lục và tảo khuê.

Bảng 4: Thành phần loài tảo bám trong ruộng lúa thâm canh theo mùa vụ canh tác

STT	Giống loài	Vụ Đông Xuân				Vụ Hè Thu			
		Đ1	Đ2	Đ3	Đ4	Đ1	Đ2	Đ3	Đ4
BỘ ARAPHIDINEAE									
Họ Flagilariaceae									
1	<i>Synedra affinis</i> var. <i>fasciculata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
2	<i>Synedra affinis</i> var. <i>tabulata</i>								+
3	<i>Synedra tabulata</i>					+	+	+	+
4	<i>Synedra tabulata</i> var. <i>grandis</i>					+			
5	<i>Synedra ulna</i>	+	+			+			
BỘ AULONORAPHALES									
Họ Surirellaceae									
6	<i>Surirella elegans</i>	+	+	+		+	+		+
7	<i>Surirella robusta</i>		+			+			
Họ Rhopalodiaceae									
8	<i>Rhopalodia gibba</i>	+							
9	<i>Rhopalodia ventricosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
BỘ BIRAPHIDINEAE									
Họ Naviculaceae									

10	<i>Amphipleura pellucida</i>							+	
11	<i>Cymbella ventricosa</i>			+	+				
12	<i>Frustulia rhomboides</i>								+
13	<i>Gyrosigma attenuatum</i>					+	+		
14	<i>Navicula americana</i>			+					
15	<i>Navicula cuspidata</i>	+	+					+	
16	<i>Navicula elegans</i>					+			
17	<i>Navicula gastrum</i>	+	+	+		+	+		
18	<i>Navicula gracilis</i>		+			+	+	+	+
19	<i>Navicula lyra</i>	+	+	+		+	+		+
20	<i>Navicula placentula</i>	+	+			+		+	+
22	<i>Navicula placentula fo. lanceolata</i>	+		+	+			+	+
22	<i>Navicula placentula fo. latiuscula</i>		+	+	+	+			+
23	<i>Navicula placentula fo. rostrata</i>	+	+	+	+	+	+		+
24	<i>Navicula placentula form jenisseyensis</i>	+	+	+				+	+
25	<i>Navicula radiosia</i>		+	+	+			+	+
26	<i>Navicula rhynchocephala</i>	+	+					+	+
27	<i>Neidium affine</i>		+		+				
28	<i>Neidium affine var. amphirhynchus</i>		+						
29	<i>Pinnularia biceps</i>		+	+		+	+	+	+
30	<i>Pinnularia gibba</i>		+					+	+
31	<i>Pinnularia nobilis</i>	+	+	+	+				
32	<i>Stauroneis anceps</i>	+							
Họ Nitzschiaceae									
33	<i>Nitzschia actinastroides</i>					+			
34	<i>Nitzschia circumsata</i> (Bail.) Grun								+
35	<i>Nitzschia filiformis</i>	+							+
36	<i>Nitzschia obtusa</i> W. Sm.						+		
37	<i>Nitzschia palea</i>							+	+
38	<i>Nitzschia philippinarum</i>	+		+					+
39	<i>Nitzschia plana</i>				+			+	
40	<i>Nitzschia pungens var. atlantica</i>	+	+					+	+
41	<i>Nitzschia ricta</i>				+				
42	<i>Nitzschia seriata</i>	+							
43	<i>Nitzschia sigma</i>			+					
44	<i>Nitzschia sigma var. intercedens</i>								
45	<i>Nitzschia subrostrata</i>	+	+	+	+				+
BỘ MONORAPHINEAE									
Họ Achnanthaceae									
46	<i>Cocconeis pediculus</i>	+	+	+			+		
BỘ DISCINEAE									
Họ Melosiraceae									
47	<i>Melosira granulata var. angustissima</i>	+							
48	<i>Melosira islandica</i>			+					
49	<i>Melosira malayensis</i>	+	+	+					+
Họ Coscinodiscaceae									
50	<i>Cyclotella kutzingiana</i>			+		+	+		
51	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	+	+						+
Tổng số loài				42			37		
NGÀNH CHLOROPHYTA									
BỘ CHLOROCOCCALES									
Họ Chlorococcaceae									
52	<i>Chlorococcum botryoides</i>			+	+				
53	<i>Chlorococcum humicola</i>			+	+	+	+	+	
54	<i>Chlorococcum minita</i>	+							
55	<i>Chlorococcum minutum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+

56	<i>Chlorolobion braunii</i>								+
Họ Coelastrumceae									
57	<i>Coelastrum astroideum</i>								+
58	<i>Coelastrum cambricum</i>							+	+
59	<i>Coelastrum microsporum</i>							+	
60	<i>Coelastrum sphaericum</i>							+	
Họ Elakatothrichaceae									
61	<i>Elakatothrix lacustris</i> Korshikov								+
Họ Oocystaceae									
62	<i>Chlorella saccharophila</i>								+
63	<i>Chlorella</i> sp.								+
64	<i>Chlorella variegatus</i>							+	+
65	<i>Chodatella quadriseta</i>							+	
66	<i>Monoraphidium obtusum</i>							+	
67	<i>Monoraphidium</i> sp.								+
68	<i>Oocystis borgei</i>							+	
69	<i>Oocystis marssonii</i>							+	
70	<i>Oocystis solitaria</i>							+	
Họ Palmellaceae									
71	<i>Asterococcus limneticus</i>							+	
72	<i>Palmella miniata</i> var. <i>aequalis</i>							+	+
Họ Protococcaceae									
73	<i>Protococcus viridis</i>							+	
Họ Radiococcaceae									
74	<i>Coenochloris fotti</i>							+	+
Họ Scenedesmaceae									
75	<i>Scenedesmus armatus</i>							+	
76	<i>Scenedesmus bijugatus</i>							+	+
77	<i>Scenedesmus bijugatus</i> (Turp) Kuet. var. <i>bijugatus</i>							+	+
78	<i>Scenedesmus bijugatus</i> var. <i>alternans</i> (Reinsch.). Hagg.							+	
79	<i>Scenedesmus denticulatus</i> var. <i>australis</i>							+	
80	<i>Scenedesmus denticulatus</i> var. <i>linearis</i>								+
81	<i>Scenedesmus granatum</i> var. <i>rotundatum</i>								+
82	<i>Scenedesmus obliquus</i>							+	
83	<i>Scenedesmus quadricauda</i>							+	
84	<i>Scenedesmus</i> sp.							+	
85	<i>Tetrastrum triangulare</i>							+	
BỘ CLADOPHORALES									
Họ Cladophoraceae									
86	<i>Cladophora glomerata</i>								+
BỘ DESMIDIALES									
Họ Desmidiaceae									
87	<i>Closterium ehrenbergii</i>							+	
88	<i>Closterium moniliforme</i>							+	+
89	<i>Closterium</i> sp.								+
90	<i>Cosmarium caelatum</i>							+	
91	<i>Cosmarium cyclicum</i> var. <i>arcticum</i>							+	
92	<i>Cosmarium granatum</i> var. <i>rotundatum</i>							+	+
93	<i>Cosmarium phaseolus</i> var. <i>omphalum</i>							+	
94	<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i> var. <i>oculatum</i>							+	+
95	<i>Cosmarium reniforme</i>							+	
96	<i>Cosmarium speciosum</i>								+

97	<i>Cosmarium subauriculatum</i> W & G.S. West var. <i>truncatum</i> W & G.S. West								+
98	<i>Cosmarium subtumidum</i> Ndst. var. <i>angutius</i> Bern.								+
99	<i>Cosmarium vitiosum</i> var. <i>oriental</i>	+		+	+	+			
100	<i>Euastrum ansatum</i> (Ehrenb.) Ralfs					+	+	+	+
101	<i>Euastrum binale</i>					+			
102	<i>Hyalotheca mucosa</i>		+						+
103	<i>Micrasterias fimbriata</i>	+					+		
104	<i>Pleurotaenium</i> sp.								+
Họ Mesotaeniaceae									
105	<i>Roya obtusa</i> var. <i>montana</i>	+							
BỘ KLEBSORMIDIALES									
Họ Klebsormidiaceae									
106	<i>Klebsormidium dissectum</i>								+
107	<i>Klebsormidium fluitans</i>						+		
BỘ PRASIOLALES									
Họ Prasiolaceae									
108	<i>Schizogonium murale</i>								+
109	<i>Stichococcus pelagicus</i>						+		
BỘ SPHAEROPLEALES									
Họ Neochloridaceae									
110	<i>Tetraedron minimum</i>	+							+
BỘ VOLVOCALES									
Họ Chlamydomonadaceae									
111	<i>Chlamydomonas acidophila</i>	+						+	+
112	<i>Chlamydomonas braunii</i>		+		+				
113	<i>Chlamydomonas cingulata</i>							+	
114	<i>Chlamydomonas crassa</i>		+					+	
115	<i>Chlamydomonas ehrenbergii</i>					+			+
116	<i>Chlamydomonas grovei</i>					+			+
117	<i>Chlamydomonas kvildensie</i>	+	+		+	+	+	+	+
118	<i>Chlamydomonas mirabilis</i>	+							
119	<i>Chlamydomonas platyrhyncha</i>					+			
120	<i>Chlamydomonas rodhei</i>					+	+	+	+
121	<i>Chlamydomonas</i> sp1.					+			
122	<i>Chlamydomonas</i> sp2.						+		
123	<i>Chlamydomonas</i> sp3.					+	+		
124	<i>Chlamydonephris pomiformis</i>					+			+
125	<i>Chlorogonium fusiforme</i>						+		
126	<i>Sphaerellopsis lefevre</i>					+	+	+	
127	<i>Sphaerellopsis montana</i>	+	+	+		+	+	+	+
128	<i>Sphaerellopsis mucosa</i>	+	+	+		+	+	+	
129	<i>Sphaerellopsis</i> sp1.						+		+
130	<i>Sphaerellopsis</i> sp2.	+		+					
131	<i>Sphaerellopsis</i> sp3.						+		+
132	<i>Sphaerellopsis</i> sp4.	+							
133	<i>Sphaerellopsis spiralis</i>			+					+
134	<i>Sphaerellopsis velata</i>						+		
135	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>						+	+	
Họ Polyblepharidacea									
136	<i>Carteria multifiliis</i>								+
Họ Volvocaceae									
137	<i>Eudorina unicocca</i>						+		+
138	<i>Pandorina morum</i>				+				
139	<i>Pleodorina californica</i>						+		

140	<i>Volvox aureus</i>	+	+	+	+	+	+	+
BỘ ULOTRICHALES								
Họ Chaetophoraceae								
141	<i>Stigeoclonium nanum</i>				+			
Họ Microphoraceae								
142	<i>Microspora williana</i>	+	+	+	+		+	
Họ Ulotrichaceae								
143	<i>Geminella mutabilis</i>			+		+	+	+
144	<i>Geminella</i> sp.			+			+	+
145	<i>Gloeotila subconstricta</i>			+				
146	<i>Ulothrix variabilis</i> (Kuetz)					+	+	+
BỘ ZYGNEMATALES								
Họ Zygnemataceae								
147	<i>Mougeotia scalaris</i>					+		
148	<i>Mougeotiopsis calospora</i>				+			+
149	<i>Mougeotiopsis scalaria</i>			+				
Tổng số loài		67			67			
NGÀNH CYANOBACTERIA								
BỘ CHROOCOCCALES								
Họ Chroococcaceae								
150	<i>Gloeocapsa gelatinosa</i> Kuetz	+						+
151	<i>Gloeocapsa varia</i> (ABR) Hollerb					+		
154	<i>Synechococcus cedrorum</i> Sauv							+
152	<i>Synechocystis aquatilis</i>			+			+	
153	<i>Synechocystis elongatus</i>		+			+		+
BỘ NOSTOCALES								
Họ Nostocaceae								
155	<i>Anabaena</i> sp.					+		+
Họ Oscillatoriaceae								
156	<i>Oscillatoria formosa</i>				+			
Họ Rivulariaceae								
157	<i>Calothrix aeruginosa</i>				+			
Tổng số loài		5			6			

Ghi chú: Đ1: đợt 1, Đ2: đợt 2, Đ3: đợt 3 và Đ4: đợt 4; +: xuất hiện

Các giống tảo lục như *Tetraedron*, *Ulothrix*, *Closterium*, *Cosmarium*, *Micrasteria* và *Staurastrum* được trình bày ở Bảng 4 được Kolyali and Sahin (2009) phát hiện sống bám trên nền bùn của hồ chứa nước Balikli ở Thổ Nhĩ Kỳ. Các giống *Cladophora* và *Stigeoclonium* được Makovinska and Hlubikova (2014) phát hiện sống bám ở nền đáy của sông Danube kéo dài qua 13 nước ở Châu Âu. Các giống *Oocystis*, *Scenedesmus* và *Microspora* đã được Smith (2008) phát hiện sống bám trong ruộng lúa ở Mỹ. Giống *Coelastrum* cũng được Ủy ban Quốc tế bảo vệ sông Danube (2002) phát hiện sống

trên nền đáy bùn ở sông Danube và các nhánh của nó kéo dài 13 nước ở Châu Âu. Giống *Pleurotaenium* được Heckman (1979) mô tả sống bám trên nền đáy ruộng lúa tỉnh ở Thái Lan.

Các giống tảo khuê thuộc lớp tảo lông chim (*Navicula*, *Nitzschia*, *Cocconeis*, *Cymbella*, *Gyrosigma*, *Pinnularia* và *Surirella*) và các giống thuộc lớp tảo trung tâm (*Melosira* và *Cyclotella*) đã được Ủy ban Quốc tế bảo vệ sông Danube (2002) phát hiện trên nền đáy ở sông Danube.

Bảng 5: Các loài tảo bám phổ biến trong ruộng lúa thâm canh vào vụ Đông Xuân và Hè Thu

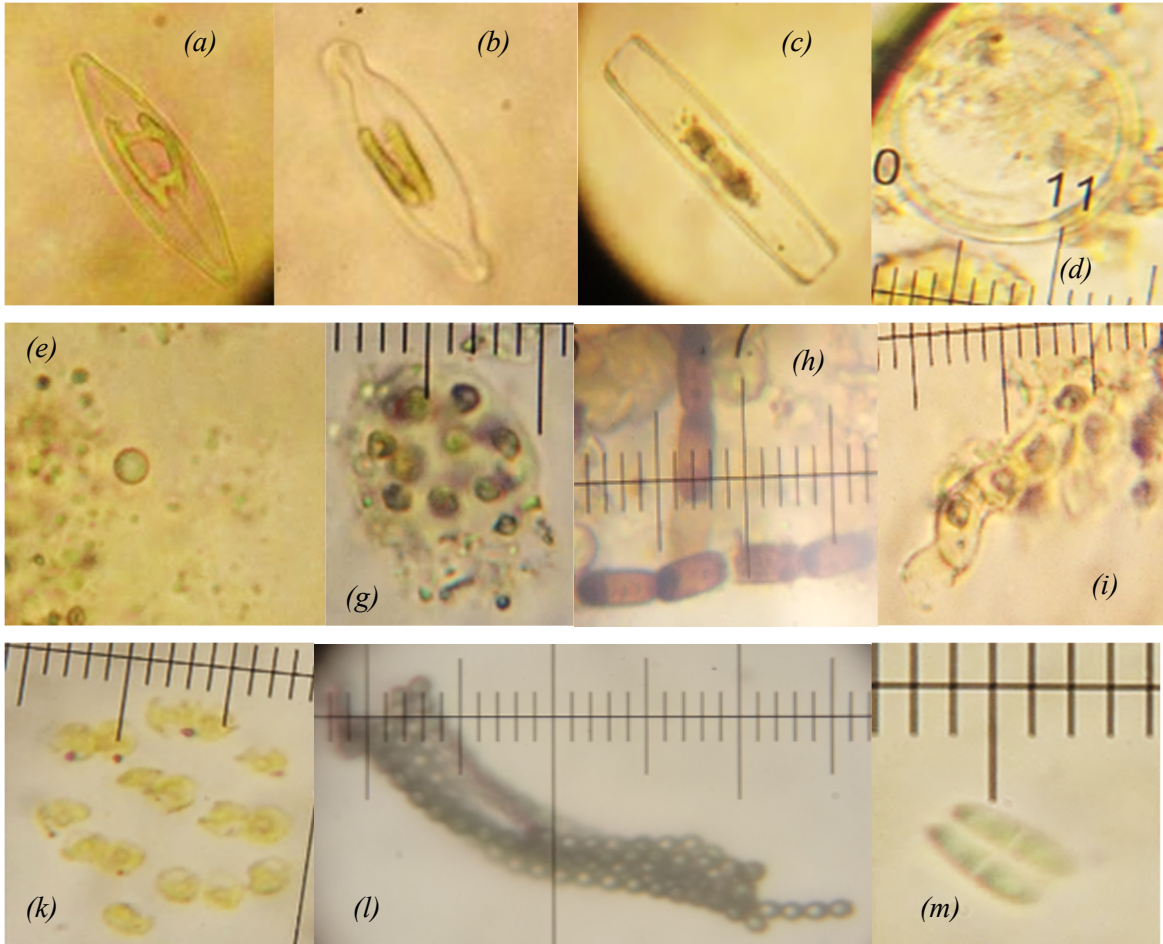
Giai đoạn	Loài phổ biến	Vụ Đông Xuân			Vụ Hè Thu		
		Tổng SL tảo	SL tảo phổ biến	Tỷ lệ (%)	Tổng SL tảo	SL tảo phổ biến	Tỷ lệ (%)
Đầu đề nhánh	<i>Rhopalodia ventricosa</i>	1.222	111	8,5	-	-	-
Cuối đề nhánh	<i>Rhopalodia ventricosa</i>	2.550	238	9,3	2.382	174	7,3
Chín rộ	<i>Chlorococcum humicola</i>	406	104	25,6	517	62	12,0

Theo Nguyễn Thị Minh Lan (1995), các giống *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Calothrix* và *Gloeocapsa* đã được tìm thấy sống bám trong ruộng lúa ở vùng Hà Nội và phụ cận. Theo Dương Đức Tiến (1996), loài VKL *Gloeocapsa gelatinosa* Kuetz thường sống trên mặt đất và đá bị ngập lụt ở ĐBSCL và loài VKL *Gloeocapsa varia* (ABR) Hollerb sống trên đất, đá ẩm ướt và trong thủy vực nước đứng.

Các loài tảo bám trong ruộng lúa thâm canh được phát hiện trong nghiên cứu này đã được nhiều tác

giả trên thế giới và nước ta phát hiện sống bám trên các nền đáy sông, hồ hay ruộng lúa.

Ngoài ra, nghiên cứu còn xác định những loài tảo bám phổ biến trong ruộng lúa. Vào vụ Đông Xuân, loài tảo khuê *Rhopalodia ventricosa* (Hình 1-c) xuất hiện phổ biến trong ruộng lúa ở đầu và cuối giai đoạn đẻ nhánh, với tỷ lệ đạt từ 8,5-9,5%. Trong khi đó, tảo lục sống bám *Chlorococcum minutum* (Hình 1-e) xuất hiện phổ biến trong ruộng lúa ở giai đoạn lúa chín rộ, với tỷ lệ đạt 25,6% tổng số cá thể tảo (Bảng 5).



Hình 1: Ảnh hiển vi một số loài tảo bám ở ruộng lúa thâm canh, huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang

(a) *Navicula placentula* from *jenisseysensis*, (b) *Pinnularia biceps*, (c) *Rhopalodia ventricosa*, (d) *Cyclotella kutzingiana*, (e) *Chlorococcum minutum*, (g) *Asterococcus limneticus*, (h) *Geminella mutabilis*, (i) *Klebsormidium fluitans*, (k) *Synechococcus cedrorum* Sauv, (l) *Anabaena* sp., (m) *Synechococcus elongatus*

Vào vụ Hè Thu, mặc dù số loài tảo lục, tảo khuê và VKL xuất hiện trong ruộng lúa nhiều nhất ở đầu giai đoạn đẻ nhánh (69 loài) nhưng số lượng cá thể tảo phân bố trên mỗi cm^2 dài vật không cao (trung bình 394 cá thể/ cm^2) dẫn đến tỷ lệ xuất hiện của chúng rất thấp. Đồng thời, vào giai đoạn làm đồng, cây lúa bị sâu cuốn lá, rầy nâu và bệnh đạo ôn tấn

công nên nông dân đã phun xịt thuốc trừ sâu, rầy và trị bệnh đạo ôn trên lá lúa trước khi bón phân một ngày nên tảo bị chết rất nhiều dẫn đến số loài và số lượng tảo bị giảm đáng kể nên tỷ lệ đạt cũng rất thấp.

Như vậy, ở cả vụ Đông Xuân lẫn Hè Thu, trong ruộng lúa có hai loài tảo sống bám phổ biến, trong đó tảo khuê *Rhopalodia ventricosa* xuất hiện chủ

ýêu ở giai đoạn đẻ nhánh, còn tảo lục *Chlorococcum minutum* xuất hiện ở giai đoạn lúa chín rộ với mức đạt tương ứng 8,4% và 18,8% tổng số cá thể tảo.

3.2 Mật độ tảo bám trong ruộng lúa vào vụ Đông Xuân và Hè Thu

3.2.1 Vụ Đông Xuân

Kết quả thống kê Bảng 6 cho thấy có sự khác biệt về mật độ tảo bám trung bình giữa các đợt khảo sát vào vụ Đông Xuân ($p < 0,05$). Mật độ tảo bám cao nhất ở đợt 2 (cuối giai đoạn đẻ nhánh), sau là đợt 1 (đầu giai đoạn đẻ nhánh), đợt 3 (giai đoạn làm đồng) và đợt 4 (giai đoạn chín rộ), trong đó, mật độ tảo khuê sống bám trong ruộng lúa xuất hiện nhiều nhất ở cuối giai đoạn đẻ nhánh (đợt 2). Theo Nguyễn Văn Bộ và ctv. (2016), về cơ bản cây lúa ở giai đoạn

này có sự gia tăng số chồi ở mức tối đa nhưng chưa có sự vươn lóng thân (tức là chưa gia tăng chiều cao tối đa) dẫn đến độ che rợp của tán lá lúa trên mặt ruộng còn thưa thớt. Bên cạnh đó, vào đợt này trời có nắng tốt nên cường độ chiếu sáng xuống mặt ruộng tương đối nhiều giúp tảo bám tự dưỡng quang hợp nhanh gia tăng mật độ. Mặt khác, số loài tảo khuê và tảo lục chiếm ưu thế cả giai đoạn đẻ nhánh (đợt 1 và đợt 2) nên chúng gia tăng mật độ rất nhanh vì theo Reynaud and Roger (1978), tảo khuê và tảo lục đơn bào chiếm ưu thế trong ruộng lúa vào giai đoạn từ lúc mới trồng đến đẻ nhánh. Mặt khác, lượng phân đạm và lân bón cho cây lúa ở đợt 2 cao nhất (Bảng 1). Ngoài ra, mật độ tảo không bị giảm do phun xịt thuốc BVTV.

Bảng 6: Mật độ tảo bám hiện diện trong ruộng lúa thâm canh vào vụ Đông Xuân 2016-2017

Đợt khảo sát	Số mẫu	Tảo khuê±STD	Tảo lục±STD	VKL±STD	Tổng MD±STD
		----- cá thể/m ² -----			
Đợt 1	3	9.929.167 ^b ±6.198.870	2.175.000±392.906	116.667 ^b ±14.434	12.220.833 ^b ±6.098.237
Đợt 2	3	20.500.000 ^a ±3.733.296	2.083.333±260.208	166.667 ^a ±72.169	22.750.000 ^a ±3.929.058
Đợt 3	3	2.933.334 ^c ±251.661	1.327.778±78.764	72.222 ^c ±9.622	4.333.333 ^c ±333.334
Đợt 4	3	293.981 ^d ±173.518	3.027.778±1.074.753	64.815 ^d ±40.094	3.386.574 ^d ±1.024.072
Asymp. Sig.		9,974*	6,651 ^{ns}	8,270*	9,564*

Ghi chú: Trong cùng 1 cột các chữ số theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,05; *: khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05; ^{ns}: không khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 theo kiểm định Kruskal – Wallis

Mật độ tảo bám ở đầu giai đoạn đẻ nhánh (đợt 1) thấp hơn so với cuối giai đoạn đẻ nhánh (đợt 2) là vì nông dân đã phun xịt thuốc trừ cỏ Michelle 62EC và Cantanil 550EC sau khi sạ lúa 5 đến 7 ngày (đã được giải thích ở mục 3.1.1). Thế nhưng, mật độ tảo bám ở đợt 1 cao hơn so với ở đợt 3 là vì nông dân đã phun xịt thuốc trừ sâu cuốn lá lúa (Confitin 75EC, Indosuper 150SC và Tungcydan 30EC) trước khi bón phân một ngày. Theo Công ty Syngenta Thụy Sĩ (2013a), thuốc Confitin 75EC có hoạt chất chlorfluzuron rất độc đối với sinh vật thủy sinh, có thể gây tác động bất lợi cho môi trường nước lâu dài. Theo Công ty Cổ phần Sản xuất – Thương mại – Dịch vụ Ngọc Tùng (2011), thuốc Tungcydan 30EC với thành phần chứa chlorpyrifos ethyl 25% và cypermethrin 5% có độ độc cao với cá và thủy sinh vật. Mặt khác, theo Ngô Ngọc Hưng và ctv. (2016) vào đợt 3 cây lúa đang ở giai đoạn làm đồng (chuẩn bị trở bông) nên cây lúa tập trung dinh dưỡng nuôi đồng, đặc biệt cây lúa tập trung hút nhiều dinh dưỡng như đạm và lân dẫn đến lượng nitrogen và phosphorus còn lại trong nước ruộng giảm mạnh nên lượng dinh dưỡng mà tảo bám hấp thu ít.

Mật độ tảo bám ở đợt 4 thấp hơn so với đợt 3, mặc dù thời gian bám của tảo ở đợt 4 (44 ngày) lâu hơn so với đợt 3 (10 ngày) là vì ngay sau đợt 3 cây lúa bị bệnh đạo ôn nông dân đã phun thuốc Fuan 40EC và Trizole 75WP, đồng thời phun thêm thuốc

Tilt super 300EC để phòng trừ bệnh lem lép hạt. Theo Công ty Syngenta Thụy Sĩ (2012), thuốc Tilt super 300EC chứa hoạt chất difenoconazole rất độc đối với sinh vật thủy sinh. Theo Nguyễn Phan Nhân và ctv. (2016), hoạt chất propiconazole có thời gian bán phân hủy cao nên có thể tạo điều kiện thuận lợi cho nó trực di trở lại môi trường nước trong điều kiện mưa lớn hoặc rửa trôi và gây độc cho các loài thủy sinh vật. Thêm vào đó, lượng phân bón ở đợt 4 thấp nhất (Bảng 1) nên mật độ tảo bám thấp.

3.2.2 Vụ Hè Thu

Tương tự như vụ Đông Xuân, mật độ tảo bám giữa các đợt vào vụ Hè Thu khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) (Bảng 7), trong đó mật độ tảo bám ở đợt 2 cao nhất so với 3 đợt còn lại. Điều này được giải thích tương tự như đợt 2 của vụ Đông Xuân là vì cây lúa đang ở giai đoạn cuối đẻ nhánh cần nhiều dinh dưỡng nên nông dân đã bón nhiều phân đạm và lân, thời tiết nắng rất tốt, cây lúa ít bị bệnh và dịch hại tấn công. Do vậy, mật độ tảo khuê sống bám ở đợt 2 chiếm 92,2%, trong khi đó tảo lục và VKL chỉ chiếm 7,8% tổng mật độ.

Tương tự như vụ Đông Xuân, trong vụ Hè Thu nông dân cũng phun xịt thuốc trừ cỏ Dietmam 360EC và Cantanil 550EC sau khi sạ lúa 5 ngày nên mật độ tảo bám ở đợt 1 thấp hơn so với đợt 2. Vì theo Công ty Syngenta Thụy Sĩ (2010), thuốc

Dietmam 360EC chứa hoạt chất pretilachlor 360g/L có độc tính đối với cá, thủy sinh vật trong đó có tảo lục.

Tương tự như vụ Đông Xuân, mật độ tảo bám ở đợt 3 vào vụ Hè Thu cũng thấp nhất mà nguyên nhân chủ yếu là do phun xịt các loại thuốc BVTV có tính chất diệt tảo như Chess 50WG, Indosuper 150SC, Tungperin 10EC và Acfubim 800WP.

Bảng 7: Mật độ tảo bám hiện diện trong ruộng lúa thâm canh vào vụ Hè Thu 2017

Đợt khảo sát	Số mẫu	Tảo khuê±STD	Tảo lục±STD	VKL±STD	Tổng MD±STD
		cá thể/m ²			
Đợt 1	3	1.263.889 ^c ±591.380	2.589.120±832.989	85.648±32.818	3.938.657 ^b ±1.412.534
Đợt 2	3	14.958.848 ^a ±2.067.978	1.220.164±201.573	53.498±14.255	16.232.510 ^a ±1.899.694
Đợt 3	3	436.574 ^d ±8.371	734.259±245.866	56.944±18162	1.227.778 ^d ±247.643
Đợt 4	3	1.466.666 ^b ±1.160.513	1.383.333±951.428	37.037±3.208	2.887.037 ^c ±2.114.415
Asymp. Sig.		8,231 [*]	7,462 ^{ns}	6,128 ^{ns}	8,231 [*]

Ghi chú: Trong cùng một cột các chữ số theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,05; *: khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05; ^{ns}: không khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 theo kiểm định Kruskal – Wallis

Mật độ tảo bám ở đợt 4 cao hơn so với đợt 3 ($p < 0,05$) vì vào thời điểm 60 NSS (sau thu mẫu đợt 3), cây lúa bị sâu cuốn lá, rầy nâu tấn công, bị bệnh đạo ôn và bạc lá lúa nên nông dân đã phun xịt thuốc Tungperin 10EC, Chess 50WG, Amistar Top 325SC và New Kasuran 16.6WP. Theo Phòng Kiểm dịch – Pháp Chế (2015), trong thuốc New Kasuran 16.6WP chứa hoạt chất copper oxychloride 16% và kasugamycin 0,6%, có chứa gốc đồng nên có tính chất diệt tảo. Thế nhưng, từ lúc nông dân phun xịt thuốc đến khi thu mẫu đợt 4 khoảng 16 ngày, nước tưới cho cây lúa đã giúp pha loãng thuốc hay thoát ra mương nội đồng thay vào đó lượng tảo bám được bổ sung cho ruộng. Bên cạnh đó, phân lân chỉ được bón ở đợt 4 (1,07 kgP₂O₅/1.000 m²) nhưng không được bón ở đợt 3. Theo Round (1975), bất kỳ một nhóm ngành tảo nào phát triển chiếm ưu thế đều liên quan đến khả năng dự trữ nitrogen và phosphorus. Mặc dù, tỷ lệ N:P cần thiết cho sinh khối tảo phát triển chỉ là 7:1 nhưng phosphorus cần hơn nitrogen và nó là nhân tố giới hạn sự phát triển của tảo.

3.2.3 So sánh mật độ tảo bám giữa vụ hai vụ Đông Xuân và Hè Thu

Kết quả kiểm định T-test mật độ tảo bám giữa hai vụ khảo sát (Bảng 8) cho thấy trong cùng đợt 1,

2 hay 4 thì không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$). Tuy nhiên, lại có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về mật độ tảo giữa hai vụ vào đợt 3 ($p < 0,01$). Mật độ tảo bám ở đợt 3 vào vụ Đông Xuân cao khác biệt so với vụ Hè Thu nguyên nhân chủ yếu là do thời tiết vào vụ Hè Thu thường mưa nhiều, ít nắng, ẩm độ cao,... đã tạo điều kiện rất thuận lợi cho bệnh đạo ôn tấn công, đồng thời bị sâu cuốn lá và rầy nâu tấn công nên nông dân đã phun xịt nhiều loại thuốc để bảo vệ cây lúa, trong khi đó, thời tiết ở vụ Đông Xuân rất tốt (nắng tốt, ít mưa, ẩm độ không quá cao) nên ít bị bệnh hại và dịch hại tấn công. Do đó, lượng thuốc BVTV phun xịt trên cây lúa cũng ít hơn. Mặt khác, lượng phân đạm và lân bón cho lúa ở đợt 3 trong vụ Đông Xuân (3 kgN và 1,72 kgP₂O₅/1.000 m² đất) cao hơn so với vụ Hè Thu (2,76 kgN/1.000 m² đất) nên nguồn cung cấp nitrogen và phosphorus cho tảo bám ở vụ Đông Xuân nhiều hơn so với vụ Hè Thu.

Kết quả nghiên cứu còn cho thấy tổng mật độ tảo bám trung bình xuất hiện ở mỗi đợt trong vụ Đông Xuân (10.672.685 cá thể/m²) cao hơn so với vụ Hè Thu (6.071.496 cá thể/m²), trong đó mật độ tảo khuê đóng góp tỷ lệ cao nhất, sau là tảo lục và VKL.

Bảng 8: So sánh mật độ tảo bám (cá thể/m²) giữa hai vụ lúa ở cùng đợt khảo sát

Đợt khảo sát	Vụ Đông Xuân	Vụ Hè Thu	Giá trị t
Đợt 1 (đầu đê nhánh)	12.220.833 ±6.098.237	3.938.657 ±1.412.534	2,292 ^{ns}
Đợt 2 (cuối đê nhánh)	22.750.000±3.929.058	16.232.510±1.899.694	2,593 ^{ns}
Đợt 3 (làm đòng)	4.333.333 ^a ±333.334	1.227.778 ^b ±247.643	12,953 ^{**}
Đợt 4 (chín)	3.386.574±1.024.072	2.887.037±2.114.415	0,195 ^{ns}

Ghi chú: Trong cùng một hàng các chữ số theo sau giống nhau thì khác biệt không có ý nghĩa thống kê ở mức ý nghĩa 0,05; **: khác biệt ở mức ý nghĩa 0,01; ^{ns}: không khác biệt ở mức ý nghĩa 0,05 theo kiểm định hai mẫu độc lập (T-test)

3.3 Chỉ số đa dạng loài tảo bám trong ruộng lúa thâm canh

Chỉ số đa dạng loài vi tảo bám (d) càng lớn, độ phong phú của loài càng cao. Theo Bảng 9, chỉ số đa dạng loài (d) vào vụ Đông Xuân dao động từ 3,2 đến 4,2, trung bình là 3,6 được đánh giá với mức đa dạng rất phong phú. Ở vụ Hè Thu, giá trị d dao động từ 3,0 đến 6,5, trung bình là 4,3 được đánh giá tương ứng với mức đa dạng rất phong phú. Thành phần loài tảo trong ruộng lúa ở hai vụ khảo sát đều ở mức đa dạng rất phong phú.

Theo Vũ Ngọc Út và Dương Thị Hoàng Oanh (2013) và Nguyễn Bá (1997), một số loài tảo khuê và tảo lục đều là loài có giá trị dinh dưỡng, là nguồn thức ăn sơ cấp trong chuỗi thức ăn của hệ sinh thái ruộng lúa. Mặt khác, còn có sự xuất hiện của các loài VKL có khả năng cố định đạm trong ruộng lúa như *Anabaena* sp. và *Calothrix aeruginosa* – là nguồn bổ sung đạm cho ruộng lúa. Theo Nguyễn Văn Tuyên (2000), chính tổ hợp hàng trăm loài VKL và các vi sinh vật khác góp phần giữ trạng thái cân bằng và ổn định của hệ sinh thái lúa nước.

Bảng 9: Chỉ số đa dạng loài vi tảo bám (d) trong ruộng lúa vụ Đông Xuân và Hè Thu

Đợt khảo sát	Vụ Đông Xuân				Vụ Hè Thu			
	Số loài	N	d	Mức độ ĐDSH	Số loài	N	d	Mức độ ĐDSH
Đợt 1 (đầu đê nhánh)	23	1.222	3,2	Phong phú	40	394	6,5	Rất phong phú
Đợt 2 (cuối đê nhánh)	27	2.275	3,4	Phong phú	26	2.343	3,2	Phong phú
Đợt 3 (làm đồng)	23	436	3,6	Rất phong phú	20	131	3,0	Phong phú
Đợt 4 (chín)	25	339	4,2	Rất phong phú	22	289	4,5	Rất phong phú
TB	25	1.068	3,6	Rất phong phú	27	789	4,3	Rất phong phú

Ghi chú: N: số lượng cá thể có trong mẫu (cá thể/cm²); d: chỉ số đa dạng Margalef

4 KẾT LUẬN

Qua hai vụ khảo sát đã xác định được tổng số 157 loài vi tảo bám, thuộc 63 giống, 33 họ, 16 bộ và 3 ngành tảo lục, tảo khuê và vi khuẩn lam, trong đó, ưu thế thuộc ngành tảo lục. Thành phần loài tảo bám trong ruộng lúa được đánh giá ở mức đa dạng rất phong phú.

Cấu trúc thành phần loài vi tảo bám đặc trưng cho ruộng lúa thâm canh với sự phát triển mạnh của các loài tảo khuê thuộc lớp tảo lông chim, tảo lục thuộc bộ Volvocales, Desmidiaceales và Chlorococcales, vi khuẩn lam dạng sợi có dị bào.

Trong các giai đoạn phát triển của cây lúa, tảo bám xuất hiện với mật độ cao nhất ở giai đoạn cây lúa làm đồng, trong đó mật độ tảo bám trong vụ Đông Xuân cao gấp 1,76 lần so với vụ Hè Thu. Việc phun xịt thuốc BVTV có chứa hoạt chất diệt tảo, thời tiết mưa nhiều, loại và lượng phân bón cho cây lúa đều có khả năng làm giảm số lượng loài và mật độ tảo bám.

Tảo khuê bám đáy có kẽ vỏ đặc biệt *Rhopalodia ventricosa* xuất hiện nhiều ở giai đoạn đê nhánh, còn tảo lục bám dạng tập đoàn *Chlorococcum minutum* xuất hiện nhiều ở giai đoạn chín rộ nhưng tỷ lệ phổ biến của tảo lục thì cao hơn so với tảo khuê.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Tài nguyên và Môi trường, Đa dạng sinh học Việt Nam và Cơ quan hợp tác Quốc tế Nhật Bản-

JICA, 2014. Hướng dẫn quan trắc đa dạng sinh học ven biển Việt Nam. Hà Nội, 149 trang.

Boyer C.S, 1916. The Diatomaceae of Philadelphia and Vicinity. Press of J. B. Lippincott Company. East Washington Square Philadelphia. American, 238 pages.

Bùi Thị Mai Phụng, Dương Mai Linh và Nguyễn Thị Yến Trinh, 2017. Đa dạng thành phần loài tảo trong ruộng lúa vụ Thu Đông ở huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Khoa. Trường Đại học An Giang. An Giang.

Bùi Thị Mai Phụng, Võ Đan Thanh và Dương Mai Linh, 2018. Đa dạng loài vi tảo nổi và mối liên hệ giữa sinh khối với dinh dưỡng nước trong ruộng lúa vụ Đông Xuân năm 2016-2017 ở huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang. Đề tài nghiên cứu khoa học cấp Trường. Trường Đại học An Giang. An Giang.

Công ty Cổ phần Sản xuất – Thương mại – Dịch vụ Ngọc Tùng, 2011. Thuốc trừ sâu, rầy Tungcydan 30EC; 55EC; 60EC, ngày truy cập 10/6/2018.

Địa chỉ <http://www.ngoectung.com/vn/product/detail/tungcydan-30ec;-55ec;-60ec-66.html>, ngày truy cập 15/10/2017. Công ty Syngenta Thụy Sĩ, 2010. Thông tin an toàn sản phẩm Sofit 300 EC, ngày truy cập 15/6/2018. Địa chỉ https://www.syngenta.com.vn/sites/g/files/zhg531/f/thong20tin20an20toan_sofit20300ecmsds.pdf?token=1495096604, ngày truy cập 15/10/2017.

Công ty Syngenta Thụy Sĩ, 2012. Thông tin an toàn sản phẩm Score 250 EC, ngày truy cập 15/6/2018. Địa chỉ <https://www.syngenta.com.vn/sites/g/files/zhg53>

- 1/f/thong20tin20an20toan_score20250ecmsds_0.pdf?token=1495096198, ngày truy cập 16/10/2017.
- Công ty Syngenta Thụy Sĩ, 2013a. Thông tin an toàn sản phẩm Virtako 40WG, ngày truy cập 15/6/2018. Địa chỉ https://www.syngenta.com.vn/sites/g/files/zhg531/f/thong20tin20an20toan_virtako2040wgmsds_0.pdf?token=1495097708, ngày truy cập 16/10/2017.
- Công ty Syngenta Thụy Sĩ, 2013b. Thông tin an toàn sản phẩm Chess 50WG, ngày truy cập 15/6/2018. Địa chỉ https://www.syngenta.com.vn/sites/g/files/zhg531/f/thong20tin20an20toan_chess2050wgmsds_0.pdf?token=1495092896, ngày truy cập 16/10/2017.
- Dalu, T., 2014. Spatio-temporal variation in the phytoplankton and phytoplankton community structure and composition of particulate matter along a river-estuary continuum assessed using microscopic and stable isotope analyses. Doctoral thesis. Rhodes University. South Africa, 159 pages.
- Dương Đức Tiến, 1996. Phân loại vi khuẩn lam ở Việt Nam. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội, 202 trang.
- Dương Đức Tiến (chủ nhiệm), 1990. Lây nhiễm tảo lam cố định nitrogen phân tử trên đất trồng lúa huyện Hoài Đức, Hà Nội. Bản tóm tắt được truy cập từ <http://thu/tra-cuu-online/74006257-f65a-4133-b580-95cf8b6ca7f0>, ngày truy cập 20/5/2015.
- Dương Đức Tiến và Võ Hành, 1997. Tảo nước ngọt Việt Nam – Phân loại bộ tảo lục. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội, 503 trang.
- Dương Thị Thủy, Hoàng Trung Kiên, Vũ Thị Nguyệt, Lê Thị Phương Huỳnh và Đặng Đình Kim, 2010. Quản xã tảo silic bám và mối quan hệ của chúng với chất lượng môi trường nước sông Đáy – Nhuệ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, (3): 111-117.
- Dương Thị Thủy và Lê Thị Phương Quỳnh, 2012. Đa dạng quần xã tảo silic bám tại Hồ Tây. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 50(3): 361-365.
- Dương Trí Dũng, Nguyễn Hữu Chiếm, Nguyễn Văn Công, Lê Văn Dũ và Huỳnh Quốc Tịnh, 2002. Đặc tính môi trường nước trong vùng thâm canh sản xuất lúa ở ĐBSCL. Kỳ yếu hội thảo tổng kết dự án JICA – Nhật Bản về cải thiện Bảo tồn môi trường và Nông nghiệp bền vững. Khoa Nông nghiệp. Trường Đại học Cần Thơ, trang 129-135.
- Heckman, C.H., 1979. The Effect of Wet and Dry seasons on a cultivated aquatic ecosystem. In: Rice Field Ecology in Northeastern Thailand. Springer-Science and Business Media Dordrecht, 228 pages.
- Ủy ban Quốc tế bảo vệ sông Danube (International Commission for the Protection of the Danube River), 2002. Joint Danube survey. Summary of the final report. Austria, 30 pages.
- Kolayli, S. and Sahin, B., 2009. Species composition and diversity of epipellic algae in Balikli Dam Reservoir, Turkey. Journal of Environmental Biology. 30(6): 939-944.
- Kunpradid, T., Peerapornpisal, Y. and Suphan, S., 2010. Chương 5: Tảo silic đáy. Trong: Ủy hội sông Mê Công. Phương pháp quan trắc sinh học cho hạ lưu vực Mê Công. Nhà xuất bản Nông nghiệp. TPHCM.
- Lê Thanh Phong, 2011. Tin học ứng dụng sử dụng SPSS trong phân tích thống kê (phần căn bản). Bài giảng học viên cao học. Trường Đại học Cần Thơ. Thành phố Cần Thơ, 223 trang.
- Makovinska, J. and Hlubikova, D., 2014. Phytobenthos of the River Danube. In: The Danube River Basin, accessed on 15 August 2018. Available from <https://www.researchgate.net/publication/278707206>.
- Ngô Ngọc Hưng, 2009. Tính chất tự nhiên và những tiến trình làm thay đổi độ phì nhiêu đất đồng bằng sông Cửu Long. Nhà xuất bản Nông nghiệp. TPHCM, 471 trang.
- Ngô Ngọc Hưng, Nguyễn Bảo Vệ, Võ Quang Minh, Nguyễn Hữu Hiệp và Nguyễn Quốc Khương, 2016. Quản lý độ phì nhiêu đất lúa ở đồng bằng sông Cửu Long. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ. TPCT.
- Nguyễn Bá, 2007. Giáo trình thực vật học. Nhà xuất bản Giáo dục. Hải Phòng, 279 trang.
- Nguyễn Hân Nhi, 2015. Đa dạng phiêu sinh thực vật trong và ngoài hồ bao khép kín huyện Chợ Mới và Phú Tân tỉnh An Giang sau mùa lũ năm 2014. Luận văn Thạc sĩ ngành Khoa học Môi trường (không xuất bản). Trường Đại học Cần Thơ. TPCT, 69 trang.
- Nguyễn Hữu Chiếm, Trần Chấn Bắc, Trần Quang Tuyền và Lê Văn Dũ, 1999. Bước đầu khảo sát ảnh hưởng của sự thâm canh lúa 3 vụ đến môi trường sinh thái nông nghiệp tại một số điểm ĐBSCL. Báo cáo kết quả đề tài cấp Bộ 1997-1999. Trường Đại học Cần Thơ. TPCT.
- Nguyễn Phan Nhân, Bùi Thị Nga, Phạm Văn Toàn và Trần Trung Bảy, 2016. Dư lượng hoạt chất propiconazole trong đất ruộng và trong bùn đáy trên kênh nội đồng tại tỉnh Hậu Giang. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, 47: 32-39.
- Nguyễn Thị Gia Hằng, Trần Triết và Nguyễn Thanh Tùng, 2009. Quần xã khuê tảo bám trong hệ sinh thái rừng ngập mặn tại Khu Dự trữ Sinh quyển Cần Giờ, TPHCM. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 12(7): 72-78.
- Nguyễn Thị Gia Hằng và Nguyễn Thanh Tùng, 2013. So sánh khuê tảo bám trong nền trầm tích của các sinh cảnh rừng khác nhau trong hai mùa ở rừng ngập mặn Cù Lao Dung, tỉnh Sóc Trăng, Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Phát triển, 11(7): 1015-1022.

- Nguyễn Thị Minh Lan, 1995. Điều tra thành phần loài vi khuẩn lam (tảo lam) cố định N₂ trong ruộng lúa vùng Hà Nội và phụ cận với mục đích sử dụng chúng làm phân bón sinh học. Đề tài nghiên cứu khoa học mã số QG 95-15. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên. Hà Nội.
- Nguyễn Văn Bộ (Biên tập), Trần Minh Tiến, Ngô Vĩnh Viễn, Chu Văn Hách và Phạm Văn Toàn, 2016. Cẩm nang sản xuất lúa thông minh. Nhà xuất bản Nông nghiệp. TP HCM.
- Nguyễn Văn Tuyên, 2000. Sinh thái và môi trường. Nhà xuất bản Giáo dục. TP HCM, 243 trang.
- Nguyễn Văn Tuyên, 2003. Đa dạng sinh học tảo trong thủy vực nội địa Việt Nam triển vọng và thách thức. Nhà xuất bản Nông nghiệp. TP HCM, 402 trang.
- Park, Y.K., Bae, C.H., Kim, B.S., Lee, J.B. et al., 2009. The risk assessment of butachlor for the freshwater aquatic organisms. The Korean Journal of pesticide science, 13(1): 1-12.
- Phòng Kiểm dịch - Pháp chế, 2015. Hoạt chất thuốc bảo vệ thực vật gốc đồng phòng trừ bệnh hại cây trồng, ngày truy cập 16/6/2018. Địa chỉ <http://ttbvtv.lamdong.gov.vn/quan-ly-thuoc-bao-ve-thuc-vat/tinh-hinh-su-dung-thuoc-bvtv/1100-hoat-chat-thuoc-bao-ve-thuc-vat-goc-dong-phong-tru-benh-hai-cay-trong>.
- Pingali, P.L. and Roger, P.A., 1995. The Impact of Pesticides on Rice field Microflora: An Analytical Review of the Literature. Impact of pesticides on farmer health and the rice environment. Institute of Research for Development.
- Reynaud, P.A. and Roger, P.A., 1978. N₂-fixing algal biomass in Senegal rice fields. In: Environmental role of nitrogen-fixing blue-green algae and asymbiotic bacteria. Ecol. Bull. Stockholm, 26: 148-157.
- Round, F.E., 1975. The biology of the algae. Edward Arnold. London.
- Shirota, A., 1966. The plankton of South Vietnam – freshwater and marine plankton. Overseas technical cooperation agency. Japan, 489 pages.
- Smith, T., 2008. Algae in agricultural fields from St. Francis County, Arkansas. Journal of the Arkansas Academy of Science, 62: 97-102.
- Stratton, G.W. and Corke, C.T., 1982. Toxicity of the insecticide permethrin and some degradation products towards algae and cyanobacteria. Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological, 29(1): 71-80.
- The Natural History Museum and the British Phycological Society, 2002. The freshwater algal flora of the British Isles. Cambridge University Press. England, 702 pages.
- Trịnh Quang Huy và Nguyễn Thị Thu Hà, 2011. Ảnh hưởng của chất lượng nước đến đa dạng sinh học tảo cát sống bám trên một số hệ thống mương thủy lợi. Tạp chí Khoa học Đất, số 37.
- Võ Đan Thanh, 2014. Đa dạng phiêu sinh động, thực vật trong và ngoài đê bao khép kín huyện Thoại Sơn, tỉnh An Giang. Luận văn Thạc sĩ ngành Khoa học Môi trường (không xuất bản). Trường Đại học Cần Thơ. TPCT, 66 trang.
- Võ Hành, Hồ Sỹ Hạnh, Lê Nhân Trí và Dương Đức Tiến, 2006. Kết quả phân lập một số loài vi khuẩn lam (Cyanobacteria) có tế bào dị hình trong đất trồng ở tỉnh Đắk Lắk. Tạp chí Khoa học Đại học Quốc Gia Hà Nội, 1: 57-63.
- Vũ Ngọc Út và Dương Thị Hoàng Oanh, 2013. Giáo trình Thực vật và động vật thủy sinh. Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ. TPCT, 342 trang.
- Vũ Quang Mạnh, 2004. Sinh thái học đất. Nhà xuất bản Đại học Sư phạm. Hà Nội, 265 trang.