

ĐA DẠNG THÀNH PHẦN LOÀI VI TẢO TRONG RUỘNG LÚA Ở XÃ LONG KIẾN, TỈNH AN GIANG

Bùi Thị Mai Phụng^{1,*}, Nguyễn Hữu Chiếm²

¹Trường Đại học An Giang, Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh

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

*Email: btmphung@agu.edu.vn

TÓM TẮT

Qua 3 vụ lúa khảo sát thành phần loài vi tảo phù du trong ruộng lúa cho thấy có sự hiện diện của 407 loài, thuộc 100 chi, 39 họ, 17 bộ và 4 ngành (tảo lục, tảo khuê, tảo mắt và vi khuẩn lam), trong đó tảo lục có cấu trúc thành phần loài đa dạng nhất. Số lượng loài tảo xuất hiện nhiều nhất vào vụ lúa hè thu năm 2017, đông xuân năm 2016 - 2017 và thu đông năm 2016, tương ứng với 276, 223, 88 loài. Chính sự khác biệt về điều kiện môi trường sống đã tạo nên tính đa dạng loài vi tảo trong ruộng lúa. Đặc biệt vào vụ hè thu năm 2017, đã phát hiện loài vi khuẩn lam *Anabaena oscillarioides* có dị bào có khả năng cố định đạm vào trong đất, xuất hiện nhiều ở đầu giai đoạn cây lúa đẻ nhánh.

Từ khóa: Mùa vụ, ruộng lúa, thành phần loài, vi khuẩn lam, vi tảo.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ sinh thái ruộng lúa là môi trường sống đặc trưng cho nhiều nhóm sinh vật, trong đó tảo đóng vai trò thiết yếu. Là nhóm sinh vật quang tự dưỡng, tảo rất phổ biến trong ruộng lúa, tồn tại dưới nhiều dạng khác nhau như: Tảo phù du sống trôi nổi tự do trong nước, tảo bám vào thân cây, hay tảo đáy cư trú trên bề mặt ruộng. Bốn ngành tảo chủ yếu thường xuyên được ghi nhận bao gồm: Tảo lục, tảo khuê, tảo mắt và vi khuẩn lam (VKL) [1 - 5].

Tuy nhiên, những thay đổi trong tập quán canh tác lúa, đặc biệt là việc xây dựng đê bao khép kín để sản xuất lúa vụ 3 tại tỉnh An Giang, đang gây ra những hậu quả nghiêm trọng và đa chiều đối với môi trường và đa dạng sinh học. Những tác động tiêu cực này bao gồm: Suy thoái môi trường đất do đê bao khép kín ngăn lũ, khiến rơm rạ không được phân hủy và khoáng hóa kịp thời, dẫn đến tình trạng chai cứng đất, giảm mùn hữu cơ và dinh dưỡng cho đất [6]; dư lượng cadmium tích lũy trong đất ở vùng đê bao khép kín không xả lũ cao hơn so với vùng đê bao có xả lũ và không đê bao [7]; thuốc bảo vệ thực vật (BVTV), khi tích lũy trong đất và nước, đã gây chết hàng loạt các loài thủy sản [8]. Nghiêm trọng hơn, các hoạt chất phổ

biến như propanil trong thuốc diệt cỏ đại không chỉ ức chế sự phát triển của VKL thuộc chi *Anabaena* và *Nostoc* mà còn ức chế hoạt động của enzyme cố định đạm nitrogenase trong VKL [9], thậm chí gây chết VKL ở nồng độ 30 µg/mL [10]. Tương tự, hoạt chất pymetrozine trong thuốc trừ sâu có thể giết chết 50% số lượng tảo lục *Pseudokirchneriella subcapitata* khi nồng độ trên 100 mg/L trong 72 giờ [11] và copper oxychloride trong thuốc trừ bệnh bạc lá lúa *New Kasuran* có khả năng tiêu diệt hầu hết các loài tảo [12]. Những tác động này không chỉ ảnh hưởng trực tiếp đến quần thể vi tảo mà còn đe dọa toàn bộ chuỗi thức ăn và chu trình dinh dưỡng trong ruộng lúa.

Hơn thế nữa, việc đê bao khép kín đã làm giảm đáng kể nguồn dưỡng chất và vi sinh vật tự nhiên từ nước lũ. Nước lũ vốn là nguồn cung cấp phù sa màu mỡ và các quần thể vi tảo, đặc biệt là VKL. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng, nước lũ có thể làm tăng quần thể VKL lên 4,5 lần trong suốt mùa lũ [13]. Việc mất đi nguồn VKL từ nước lũ đồng nghĩa với việc giảm khả năng cố định đạm tự nhiên vào đất từ khí trời [14], một quá trình quan trọng giúp duy trì độ phì nhiêu của đất trồng lúa. Đồng thời, sự hiện diện của vi tảo và VKL trong ruộng lúa còn có khả năng cải thiện cấu trúc đất

theo chiều hướng có lợi cho cây trồng [15] và khi chúng phân hủy, chúng trở thành nguồn hoàn trả đường chất hữu ích cho đất [16, 17]. Do đó, sự suy giảm quần thể tảo và VKL trực tiếp ảnh hưởng đến sức khỏe đất và năng suất lúa.

Mặc dù ở Việt Nam đã có một số nghiên cứu về vi tảo, VKL trong ruộng lúa ở thành phố Hà Nội và các vùng phụ cận [4, 18, 19], đồng bằng sông Cửu Long như các tỉnh, thành phố: Tiền Giang [1], Cần Thơ [3]; nghiên cứu tổng hợp ở tỉnh An Giang [20]. Tuy nhiên, đa số các nghiên cứu này còn hạn chế về thời gian thực hiện (thường chỉ trong một thời gian ngắn hoặc một vụ lúa). Điều này dẫn đến một khoảng trống kiến thức quan trọng về tính đa dạng và đặc trưng của ngành tảo theo chu kỳ mùa vụ canh tác lúa dài hạn.

Vì vậy, một nghiên cứu chuyên sâu nhằm đánh giá sự thay đổi thành phần loài vi tảo phù du hiện diện trong ruộng lúa theo các mùa vụ canh tác là hết sức cần thiết và cấp bách. Nghiên cứu này không chỉ bổ sung thông tin về sự đa dạng sinh học của vi tảo mà còn cung cấp cơ sở dữ liệu nền tảng quan trọng, phục vụ trực tiếp cho các nỗ lực bảo tồn đa dạng sinh học và phát triển các giải pháp canh tác lúa bền vững, giảm thiểu tác động tiêu cực từ các hoạt động nông nghiệp hiện đại.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Thời gian: Nghiên cứu được thực hiện trong 3 vụ lúa: Thu đông năm 2016 (từ 8 - 12/2016), đông xuân năm 2016 - 2017 (từ 12/2016 - 3/2017) và hè thu năm 2017 (từ 4 - 8/2017) tại ấp Long Hòa 1, huyện chợ mới, tỉnh An Giang (nay là xã Long Kiến, tỉnh An Giang).

Địa điểm phân tích: Mẫu vi tảo được phân tích tại các Phòng Thí nghiệm khối môi trường, Trường Đại học An Giang.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Mô tả ruộng nghiên cứu: Chọn 3 ruộng thí nghiệm có các điều kiện canh tác giống nhau ở cùng một vụ (cùng một chủ hộ) như: Giống, mật độ sạ lúa, phân bón, thuốc BVTV, chế độ bón phân, quản lý nước. Trước khi gieo sạ, nông hộ không đốt đồng mà chỉ cày xới gốc rạ. Các giống lúa AGPPS 144, IR 50404 và OM 4218 được trồng vào vụ thu đông năm 2016, đông xuân năm 2016 - 2017 và hè thu năm 2017 với mật độ sạ tương ứng là 300, 270, 270 kg/ha. Các loại phân hóa học như: Urê, super lân, KCl, DAP và NPK được bón cho cây lúa. Phân được chia làm 4 đợt bón, trong đó phân đạm và lân được bón nhiều ở đợt 2, còn kali được bón nhiều ở đợt 3 (Bảng 1).

Bảng 1. Khối lượng phân nguyên chất và công thức bón cho cây lúa thí nghiệm từ năm 2016 - 2017

Đợt bón	Vụ thu đông năm 2016			Vụ đông xuân năm 2016 - 2017			Vụ hè thu năm 2017		
	kgN	kgP ₂ O ₅	kgK ₂ O	kgN	kgP ₂ O ₅	kgK ₂ O	kgN	kgP ₂ O ₅	kgK ₂ O
Đợt 1	1,83	0,15	-	3,02	2,44	-	1,96	1,76	-
Đợt 2	3,87	2,41	2,00	4,00	3,10	0,40	4,13	2,07	0,27
Đợt 3	2,07	1,50	4,00	3,00	1,72	3,40	2,76	-	4,40
Đợt 4	1,07	1,07	2,53	2,30	-	-	1,07	1,07	0,53
Tổng (kg/1.000 m ²)	8,83	5,13	8,53	12,32	7,26	3,80	9,92	4,89	5,20
Công thức bón (kg/ha)	88,3 kgN - 51,2 kgP ₂ O ₅ - 85,3 kgK ₂ O			123 kgN - 72,6 kgP ₂ O ₅ - 38 kgK ₂ O			99,2 kgN - 48,9 kgP ₂ O ₅ - 52 kgK ₂ O		

Bên cạnh đó, nông dân còn phun thuốc BVTV để diệt ốc bươu vàng, cỏ dại, sâu cuốn lá, phòng trừ các loại bệnh đạo ôn trên lá, trừ bệnh khô vằn, lem lép hạt và vàng lá. Hầu hết các loại thuốc này đều nằm trong danh mục được phép sử dụng theo Thông tư số 03/2018/TT-BNNPTNT [21].

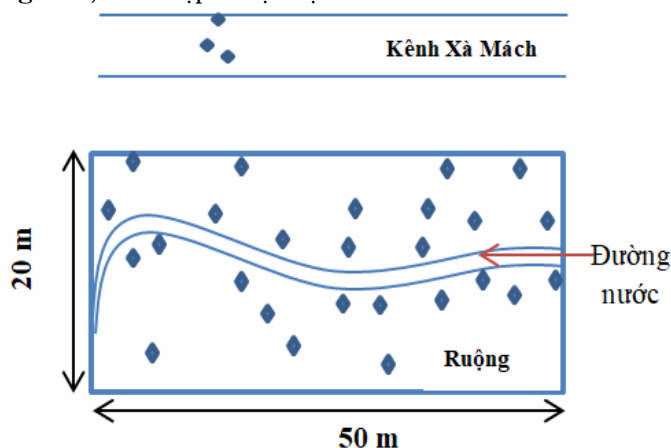
Nhiệt độ và pH nước được đo cùng thời điểm với thu mẫu tảo và được đo bằng máy pH điện cực thủy tinh tại hiện trường. Ở mỗi ruộng lúa, tiến hành đo đặc 15 điểm, sau đó tính trung bình chung cho toàn ruộng.

Trước khi thu mẫu trên ruộng lúa, 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 phỏng vấn trực tiếp nông hộ về loại thuốc BVTV đã phun xịt trên cây lúa để cung cấp thông tin góp phần lý giải, làm sáng tỏ kết quả phân tích. Đồng thời, thu thập nhiệt độ

môi trường tại khu vực nghiên cứu từ số liệu của NASA (2017) [22].

Thời điểm và tần suất thu mẫu: Ở ruộng lúa, mẫu tảo được thu sau khi bón phân 1 ngày vào buổi sáng từ 6 - 10 giờ, với tần suất 3 lần/đợt, 6 ngày/đợt và 4 đợt/vụ. Mỗi vụ lúa thu 4 đợt như sau: Đợt 1 (đầu giai đoạn đẻ nhánh), đợt 2 (cuối giai đoạn đẻ nhánh), đợt 3 (giai đoạn làm đồng) và đợt 4 (giai đoạn chín).

Thu mẫu định tính: Sử dụng ca nhựa mức nước ở nhiều điểm trong ruộng lúa (Hình 1) cho vào xô nhựa 16 L trộn thành mẫu chung, lọc qua lưới thực vật phù du (TVPD) có đường kính mắt lưới là 27 μm , thể tích nước lọc qua lưới khoảng 50 L và thể tích sau khi lọc là 110 mL. Tất cả các mẫu thu đều được cố định bằng formol 4%.



Hình 1. Sơ đồ thu mẫu tảo phù du trên ruộng lúa huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang (nay là xã Long Kiến, tỉnh An Giang)

Ghi chú: $\blacklozenge$: Vị trí thu mẫu tảo phù du và nước; --- : Đường nước trong ruộng.

Định danh tảo: Áp dụng phương pháp hình thái so sánh bằng cách quan sát màu sắc, hình thái và kích thước để xác định tên chi hoặc tên loài tảo dưới kính hiển vi quang học ở vật kính X10 và X40. Định danh tảo theo kết quả nghiên cứu của Boyer (1916) [23], phân loại phiêu sinh ở miền Nam Việt Nam của Shirota (1966) [24], Dương Đức Tiến (1966) [16], Dương Đức Tiến và Võ Hành (1997) [25], The Natural history Museum and the British phycological society (2002) [26], Nguyễn Văn Tuyên (2003) [15]. Sau đó, hình ảnh của tảo được chụp lưu lại bằng máy ảnh kỹ thuật số Sony 18,2 mega pixels.

Thống kê số liệu: Số liệu tảo được nhập và tính toán bằng phần mềm Excel.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Cấu trúc thành phần loài vi tảo trong ruộng lúa theo mùa vụ

Qua 3 vụ khảo sát thành phần loài vi tảo phù du trong ruộng lúa đã phát hiện có sự hiện diện của 407 loài vi tảo phù du loài thuộc 100 chi, 39 họ, 17 bộ và 4 ngành tảo (tảo khuê, VKL, tảo mắt và tảo lục), trong đó ngành tảo lục có số loài cao nhất, sau đó là tảo khuê, tảo mắt và VKL (Bảng 2).

Bảng 2. Cấu trúc thành phần loài vi tảo phù du trong ruộng lúa

Vụ lúa	Ngành tảo	Bộ	Họ	Chi	Loài	% loài
Thu đông năm 2016	Bacillariophyta (tảo khuê)	3	6	8	24	27,3
	Chlorophyta (tảo lục)	4	5	11	24	27,3
	Euglenophyta (tảo mắt)	1	1	4	25	28,4
	Cyanobacteria (VKL)	3	6	11	15	17,0
	Tổng	11	18	45	88	100
Đông xuân năm 2016 - 2017	Bacillariophyta (tảo khuê)	5	8	19	68	30,4
	Chlorophyta (tảo lục)	6	15	36	74	33,0
	Euglenophyta (tảo mắt)	1	1	5	68	30,4
	Cyanobacteria (VKL)	4	8	11	14	6,3
	Tổng	16	32	71	224	100
Hè thu năm 2017	Bacillariophyta (tảo khuê)	4	7	17	68	24,7
	Chlorophyta (tảo lục)	7	20	39	116	42,0
	Euglenophyta (tảo mắt)	1	1	5	50	18,1
	Cyanobacteria (VKL)	4	7	14	42	15,2
	Tổng	16	35	75	276	100
3 vụ lúa	Bacillariophyta (tảo khuê)	5	8	25	101	24,8
	Chlorophyta (tảo lục)	7	21	52	163	40,1
	Euglenophyta (tảo mắt)	1	1	5	90	22,1
	Cyanobacteria (VKL)	4	9	18	53	13,0
	Tổng	17	39	100	407	100

Bảng 3. Đa dạng các bậc phân loại (taxon) vi tảo phù du trong ruộng lúa

TT	Bậc phân loại (Taxon)	Số lượng	Tỷ lệ (%)	TT	Bậc phân loại (Taxon)	Số lượng	Tỷ lệ (%)
	Tổng số loài	407	100	6	Acanthaceae	1	0,3
	Ngành (Phylum)			7	Melosiraceae	7	1,7

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

1	Bacillariophyta (tảo Khuê)	101	24,8	8	Coscinodiscaceae	4	1,0
2	Chlorophyta (tảo Lục)	163	40,1		<i>Ngành Chlorophyta</i>		
3	Euglenophyta (tảo Mắt)	90	22,1	9	Characiaceae	1	0,3
4	Cyanobacteria (VKL)	53	13,0	10	Chlorococcaceae	6	1,5
	Tổng cộng	407	100	11	Coelastraceae	2	0,5
	Bộ (Order)			12	Hydrodictyaceae	7	1,7
	<i>Ngành Bacillariophyta</i>			13	Micractiniaceae	4	1,0
1	Araphidineae	9	2,2	14	Oocystaceae	15	3,7
2	Aulonraphales	11	2,7	15	Protococcaceae	2	0,5
3	Biraphidineae	69	17,0	16	Scenedesmaceae	20	4,9
4	Monoraphidineae	1	0,3	17	Mesotaeniaceae	1	0,3
5	Discineae	11	2,7	18	Desmidiaceae	59	14,5
	<i>Ngành Chlorophyta</i>			19	Zygnemataceae	2	0,5
6	Chlorococcales	74	18,2	20	Palmellopsidaceae	2	0,5
7	Desmidiales	60	14,7	21	Parmellaceae	2	0,5
8	Zygnematales	2	0,5	22	Oedogoniaceae	1	0,3
9	Tetrasporales	4	1,0	23	Microphoraceae	3	0,7
10	Oedogoniales	1	0,3	24	Ulotrichaceae	2	0,5
11	Ulotrichales	5	1,2	25	Chlamydomonadaceae	15	3,7
12	Volvocales	29	7,1	26	Haematococcaceae	1	0,3
	<i>Ngành Euglenophyta</i>			27	Phacotaceae	27	0,3
13	Euglenales	90	22,1	28	Polyblepharidaceae	5	1,2
	<i>Ngành Cyanobacteria</i>			29	Volvocaceae	6	1,5
14	Chroococcales	29	7,1		<i>Ngành Euglenophyta</i>		
15	Nostocales	8	2,0	30	Euglenaceae	90	22,1

KHOA HỌC & CÔNG NGHỆ

16	Oscillatoriales	15	3,7		<i>Ngành Cyanobacteria</i>		
17	Pleurocapsales	1	0,3	31	Coccobactreaceae	6	1,5
	Tổng cộng	407	100	32	Coelosphaeriaceae	1	0,3
	Họ (Family)			33	Merismopediaceae	2	0,5
	<i>Ngành Bacillariophyta</i>			34	Gloeocapsaceae	34	2,0
1	Flagellariaceae	9	2,2	35	Microcystidaceae	13	3,2
2	Surirellaceae	7	1,7	36	Anabaenaceae	7	1,7
3	Rhopalodiaceae	2	0,5	37	Aphanizomenonaceae	1	0,3
4	Naviculaceae	42	10,3	38	Oscillatoriaceae	14	3,4
5	Nitzschiaceae	26	6,4	39	Pleurocapsaceae	1	0,3
					Tổng cộng	407	100

3.1.1. Ngành tảo lục (*Chlorophyta*)

Trong nghiên cứu này, tảo lục là ngành có số lượng loài cao nhất (Bảng 3) vì chúng thích hợp sống thủy vực nước tĩnh hoặc chảy yếu [25], có điểm bù trừ nhiệt độ cao nên có thể sống ở các vùng nước nhỏ [17], giàu chất dinh dưỡng như ruộng lúa. Ruộng lúa ở khu vực nghiên cứu nằm trong khu vực đê bao khép kín nên nước được trao đổi chủ yếu thông qua các cống bơm, khi đóng cống môi trường nước bên trong ruộng trở nên tĩnh hơn so với bên ngoài. Đặc biệt, số lượng loài tảo lục vào vụ hè thu gấp 1,6 lần và 5 lần tương ứng

với vụ đông xuân và thu đông, nguyên nhân chính là do ảnh hưởng của nhiệt độ. Nhiệt độ môi trường ở vụ hè thu tương đối cao nên thích hợp cho nhóm tảo lục phát triển hơn vì theo kết quả thực đo tại ruộng lúa vào thời điểm thu mẫu trong vụ hè thu, nhiệt độ nước bình quân từ 29,7 - 33,0°C, trong khi đó vào vụ đông xuân từ 24,7 - 29,5°C và vụ thu đông từ 26,2 - 33,6°C (Bảng 4); theo kết quả nghiên cứu của Lê Thị Thúy Hà và Bùi Thị Quỳnh Trang (2017) [27], khi nhiệt độ môi trường khoảng 31,5°C thì tảo lục rất phát triển.

**Bảng 4. Nhiệt độ và lượng mưa bình quân từ tháng 7/2016 đến tháng 8/2017
ở huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang (nay là xã Long Kiến, tỉnh An Giang)**

Năm	2016						2017							
Tháng	7	8	9	10	11	12	01	02	3	4	5	6	7	8
Vụ lúa	X	Thu đông năm 2016					Đông xuân năm 2016 – 2017				X	Hè thu năm 2017		
Nhiệt độ (°C/tháng)	27,4	27,3	27,2	26,6	26,9	25,9	26,5	27,8	30,1	31,0	29,4	27,9	27,2	27,1
Nhiệt độ trung bình/vụ		27,0					27,6					27,9		

Lượng mưa (mm/tháng)	179	136	247	320	199	86	54	36	36	93	202	122	214	267
Lượng mưa trung bình/vụ		225				53					201			

Nguồn: NASA (2017) [22]

3.1.2. Ngành tảo khuê (*Bacillariophyta*)

Tảo khuê là ngành có số lượng loài đứng thứ hai sau tảo lục (Bảng 3). Sự hiện diện phong phú của tảo khuê trong nghiên cứu này có thể được giải thích bởi đặc điểm sinh thái của chúng, vốn ưa thích các thủy vực có dòng chảy mạnh và sự trao đổi nước thường xuyên [25], điều này phù hợp với điều kiện môi trường tại các ruộng lúa/kênh mương được khảo sát. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng tảo khuê có điểm bù trừ nhiệt độ thấp [17], cho thấy chúng nhạy cảm với sự tăng nhiệt độ đột ngột, một yếu tố có thể ảnh hưởng đến quần xã tảo trong tương lai. Nghiên cứu này đã ghi nhận sự ưu thế rõ rệt của các chi tảo khuê thuộc lớp tảo lông chim (như *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*) so với các chi thuộc lớp tảo trung tâm (*Melosira*, *Cyclotella*, *Coscinodiscus*) trong môi trường ruộng lúa. Kết quả này tương đồng với những phát hiện trước đây về đặc điểm sinh thái của tảo khuê trong các hệ sinh thái ruộng lúa. Cụ thể, nghiên cứu của Begum và cs (1988) [13] cũng ghi nhận chi *Pinnularia* chiếm ưu thế trong các cánh đồng lúa ở Bangladesh, cho thấy khả năng thích nghi tốt của nhóm này với điều kiện ruộng lúa. Tương tự, các nghiên cứu tại Việt Nam cũng chỉ ra rằng, hai chi *Navicula* và *Nitzschia* xuất hiện phổ biến trong nước ruộng lúa ở thành phố Cần Thơ [3]. Ngoài ra, nghiên cứu của Smith (2008) [28] đã báo cáo sự hiện diện của các chi *Nitzschia* và *Navicula* với số lượng loài đáng kể (8 và 4 loài tương ứng) trong ruộng lúa ở Mỹ. Những kết quả này có thể được giải thích bởi đặc điểm hình thái và sinh lý của tảo lông chim, cho phép chúng bám dính tốt hơn vào bề mặt, chịu được sự thay đổi mực nước và nồng độ dinh dưỡng đặc trưng của ruộng lúa.

Kết quả nghiên cứu còn cho thấy, sự biến động về số lượng loài tảo khuê giữa các mùa vụ, với số loài trong vụ hè thu năm 2017 cao hơn đáng kể so với vụ thu đông năm 2016 và tương đương

với vụ đông xuân năm 2016 - 2017. Sự gia tăng số loài trong vụ hè thu, cùng với mức độ tương đồng với vụ đông xuân (thường được xem là mùa mát mẻ), có thể được giải thích bởi đặc điểm sinh thái của tảo khuê. Tảo khuê thường ưa thích phát triển mạnh mẽ trong điều kiện thời tiết mát mẻ, trùng với thời điểm mùa xuân ở đồng bằng sông Cửu Long và có xu hướng giảm về số lượng/mật độ trong các tháng nóng [29]. Điều này cũng phù hợp với báo cáo về sinh khối tảo khuê đạt cao nhất tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long vào mùa đông xuân [17]. Mặc dù số lượng loài và sinh khối không hoàn toàn tương đương nhưng sự tương quan này cho thấy, điều kiện khí hậu thuận lợi trong mùa mát mẻ thúc đẩy cả sự đa dạng và sự phát triển của quần xã tảo khuê.

3.1.3. Ngành tảo mắt (*Euglenophyta*)

Nghiên cứu này đã xác định tảo mắt là ngành có số lượng loài đứng thứ 3 (Bảng 3). Trong tổng số 90 loài tảo mắt được ghi nhận, phần lớn thuộc về họ Euglenaceae, với sự đa dạng nổi bật ở các chi như: *Euglena* (35 loài), *Trachelomonas* (27 loài), *Phacus* (18 loài), *Lepocinclis* (6 loài) và *Strombomonas* (4 loài) (Bảng 2 và phụ lục 1).

Đáng chú ý, chi *Euglena* có số lượng loài cao nhất. Điều này hoàn toàn phù hợp với đặc điểm sinh thái của tảo mắt nói chung và chi *Euglena* nói riêng. Chúng phân bố chủ yếu ở các thủy vực nước ngọt, phát triển mạnh trong môi trường nước tĩnh, giàu dinh dưỡng và có nhiều cây cỏ thủy sinh [17] - những điều kiện rất đặc trưng của ruộng lúa. Sự phù hợp này cũng được củng cố bởi nghiên cứu của Heckman (1979) [29], chi *Euglena* xuất hiện với mật độ dày đặc trong ruộng lúa ở Thái Lan vào mùa nắng đến nửa đầu mùa mưa (thời điểm trùng với cuối vụ đông xuân ở đồng bằng sông Cửu Long).

Ngược lại, chi *Lepocinclis* lại có số lượng loài ít hơn, kết quả này tương đồng với báo cáo của Heckman (1979) [29], trong đó chi *Lepocinclis* chỉ

xuất hiện vào cuối tháng 6 và 7 trong ruộng lúa ở Thái Lan. Điều này cho thấy, *Lepocinclis* có thể có yêu cầu sinh thái hẹp hơn hoặc chu kỳ phát triển đặc thù, khiến chúng ít phổ biến hơn trong điều kiện tổng thể của ruộng lúa.

Phân tích theo vụ lúa cho thấy sự biến động rõ rệt về số lượng loài tảo mắt. Số loài tảo mắt xuất hiện vào vụ đông xuân năm 2016 - 2017 là cao nhất (68 loài), cao hơn 2,72 lần so với vụ thu đông (43 loài) và 1,36 lần so với vụ hè thu (50 loài). Sự khác biệt này có thể được giải thích dựa trên đặc điểm sinh thái của tảo mắt và điều kiện khí hậu theo mùa. Tảo mắt thường xuất hiện nhiều trong mùa nắng và nửa đầu mùa mưa (tương ứng với vụ đông xuân và đầu vụ hè thu) nhưng lại ít xuất hiện vào cuối mùa mưa (trùng với vụ thu đông) [29]. Điều này cho thấy, nhiệt độ, cường độ ánh sáng và lượng mưa theo mùa là những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến sự phát triển và đa dạng của quần xã tảo mắt trong ruộng lúa.

3.1.4. Ngành VKL (*Cyanobacteria*)

Trong số bốn ngành tảo, ngành VKL luôn ghi nhận số lượng loài thấp nhất (Bảng 3 và phụ lục 1). Kết quả này cho thấy, ruộng lúa có thể không phải là môi trường tối ưu cho sự phát triển vượt trội của VKL, khiến chúng khó cạnh tranh để chiếm ưu thế so với các ngành tảo khác.

Một trong những lý do chính giải thích cho sự hạn chế này là điều kiện dinh dưỡng ở ruộng lúa. Mặc dù VKL có khả năng cố định đạm rất mạnh và có thể hoạt động tích cực trong điều kiện thiếu đạm [30], nhưng ở ruộng lúa, đặc biệt là sau các đợt bón phân, thường không phải là môi trường thiếu dinh dưỡng trầm trọng. Do đó, lợi thế về khả năng cố định đạm của VKL có thể không được phát huy tối đa, làm giảm khả năng cạnh tranh của chúng với các loài tảo khác vốn đòi hỏi nguồn dinh dưỡng dồi dào.

Bên cạnh đó, pH môi trường cũng đóng vai trò quan trọng. VKL thường phân bố mạnh trong môi trường có pH kiềm [31], với pH tối ưu cho sự phát triển là từ 8,2 - 8,7. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu này cho thấy, pH nước ruộng có xu hướng giảm dần sau các lần bón phân thứ 2, 3, 4, với giá trị trung bình dao động từ 6,48 - 6,92. Nước ruộng có

tính axit nhẹ, một yếu tố có thể ức chế sự phát triển của VKL và giải thích cho sự hiện diện hạn chế của chúng.

Hơn nữa, vị trí lấy mẫu cũng ảnh hưởng đến số lượng loài VKL được ghi nhận. Các nghiên cứu trước đây chỉ ra rằng, VKL thường xuất hiện nhiều nhất ở vùng xung quanh cây lúa (33 loài) và trên bề mặt đất trong ruộng lúa (30 loài) ở khu vực thành phố Hà Nội và phụ cận, trong khi số lượng loài trong nước ruộng lại ít nhất (chỉ 10 loài) [18]. Điều này gợi ý rằng, VKL có thể ưa thích môi trường bám dính hơn là môi trường nước tự do, khiến việc thu mẫu từ nước ruộng không phản ánh đầy đủ sự đa dạng của chúng.

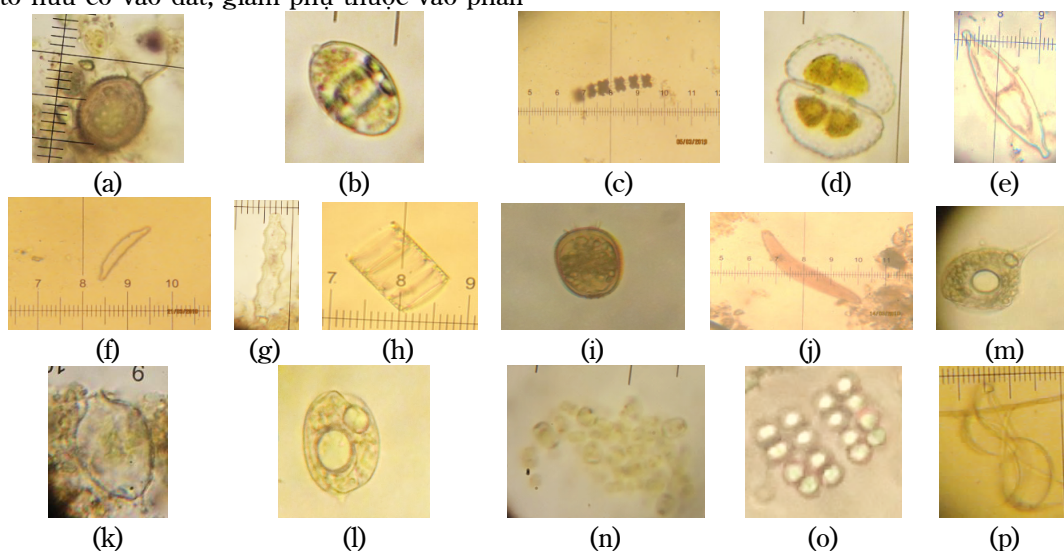
Cuối cùng, phương pháp thu mẫu cũng là một yếu tố cần được xem xét. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp lọc bằng lưới với mắt lưới là 27 μm . Tuy nhiên, kích thước tế bào của nhiều dòng VKL đơn bào dao động từ 3,42 - 10,26 μm và bề rộng trichome của các dòng VKL dạng sợi cũng chỉ từ 3,42 - 6,84 μm [32]. Điều này có nghĩa là một lượng lớn các loài VKL có kích thước nhỏ hơn mắt lưới có thể đã không được phát hiện, dẫn đến việc đánh giá thấp số lượng loài thực tế của ngành này trong ruộng lúa.

Trong nghiên cứu, quan sát cho thấy, một sự gia tăng đáng kể về số lượng loài VKL trong vụ hè thu năm 2017. Cụ thể, số loài VKL đã tăng gấp 2,8 lần so với vụ thu đông năm 2016 và 3 lần so với vụ đông xuân năm 2016 - 2017. Nguyên nhân chính dẫn đến sự gia tăng này được cho là do điều kiện môi trường đặc trưng của vụ hè thu rất phù hợp với sự phát triển của VKL. VKL thường ưa thích cường độ ánh sáng vừa phải và nhiệt độ cao, với nhiệt độ tối ưu cho nhiều loài dao động từ 30 - 35°C [33]. Thời điểm vụ hè thu ở đồng bằng sông Cửu Long thường có nền nhiệt độ cao và điều kiện ánh sáng ổn định, tạo môi trường lý tưởng cho VKL phát triển mạnh.

Điều quan trọng hơn, sự đa dạng tăng lên đi kèm với sự xuất hiện của năm loài VKL có khả năng cố định nitơ từ khí quyển vào trong đất. Các loài này bao gồm: *Anabaena affinis* Lemm, *Anabaena circinalis*, *Anabaena oscillarioides* (Hinh 2n), *Anabaenopsis elenkinii* và *Aphanizomenon*

flos-aquae. Sự hiện diện của chúng không chỉ góp phần làm tăng số lượng loài mà còn có ý nghĩa sinh thái quan trọng. Khả năng cố định nitơ khí quyển của chúng có thể đóng góp một lượng đáng kể nitơ hữu cơ vào đất, giảm phụ thuộc vào phân

bón hóa học và cải thiện độ phì nhiêu của đất một cách tự nhiên. Điều này đặc biệt có lợi trong hệ sinh thái ruộng lúa, nơi nhu cầu nitơ cho cây lúa là rất lớn.



Hình 2. Một số loài vi tảo phù du ở ruộng lúa

huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang (nay là xã Long Kiến, tỉnh An Giang)

Ghi chú: Tảo lục (a) *Phacotus lenticularis*, (b) *Carteria micronucleolata*, (c) *Streptonema trilobatum*, (d) *Cosmarium cyclicum* var. *arcticum*, (e) *Stauroneis anceps*; tảo khuê (f) *Eunotia pectinalis* var. *minor*, (g) *Eunotia serpentina*, (h) *Melosira islandica*; tảo mắt (i) *Trachelomonas robusta*, (j) *Euglena ehrenbergii*, (k) *Strombomonas tambowika*, (l) *Phacus acuminatus*, (m) *Phacus longicauda*; VKL (n) *Anabaena oscillarioides*, (o) *Merismopedia punctata*, (p) *Dactylococcopsis raphidioides* HANSG f. *phannocica*.

3.2. Đặc điểm hình thái và phân bố của vi tảo theo mùa vụ

Các loài vi tảo được tìm thấy trong nghiên cứu này thể hiện sự đa dạng đáng kể về hình thái, phản ánh sự phong phú của quần xã tảo trong môi trường ruộng lúa (Hình 2).

Ngành tảo lục thể hiện sự đa dạng cao về cấu trúc tế bào và tập đoàn. Các dạng sống bao gồm: Đơn bào không chuyển động (như các chi *Chlorococcum*, *Chlorella*, *Oocystis*), cộng đơn bào (*Scenedesmus*), đơn bào hai nửa đối xứng (*Cosmarium*, *Closterium*) và đơn bào có roi giúp di chuyển (*Chlamydomonas*, *Carteria*, *Sphaerellopsis*). Ngoài ra, nhiều loài còn tồn tại dưới dạng sợi đa bào (*Microspora*, *Geminella*, *Stichococcus*).

Tảo khuê trong nghiên cứu bao gồm cả lớp tảo trung tâm (Centrales) và lớp lông chim

(Pennales), với những đặc điểm hình thái riêng biệt. Các loài thuộc lớp tảo trung tâm thường không di động, xuất hiện dưới dạng tập đoàn hình trụ dạng chuỗi thẳng (*Melosira*), hình elip dạng chuỗi thẳng (*Stephanopyxis*), hoặc đơn bào sống đơn độc hình đĩa bầu dục (*Cocconeis*) và hình trụ ngắn (*Cyclotella*). Ngược lại, các loài thuộc lớp lông chim đều có khả năng di động và thể hiện nhiều hình dạng như hình lá có kẽ vỏ lệch (*Nitzschia*), hình thuyền có kẽ vỏ ở vùng giữa (*Navicula*), hình trứng/bầu dục (*Surirella*) và hình cong chữ S (*Gyrosigma*).

Ngành tảo mắt chủ yếu bao gồm các loài sống riêng lẻ, dạng đơn bào, với hình thái rất đa dạng và thường có khả năng chuyển động. Các hình dạng phổ biến ở chi *Euglena* là hình ruy băng, hình trục chính, hình trụ, hình trứng hoặc xoắn. Chi *Phacus* đặc trưng bởi hình cầu, hình

oval, hình elip có các vân dọc hay xoắn và có thể có hoặc không có đuôi. Ngoài ra, các chi *Trachelomonas* (hình trụ, elip đến thoi, cầu hơi kéo dài, có cổ ngắn hoặc cổ áo), *Lepocinclis* (hình cầu hơi kéo dài, thoi kéo dài về phía đuôi), và *Strombomonas* (hình elip, hình thang hay hình trứng với cổ hình trụ ngắn và rộng) cũng đóng góp vào sự đa dạng hình thái của ngành này.

VKL thể hiện cả dạng tập đoàn và dạng sợi, với nhiều biến thể hình thái. Các loài dạng tập đoàn bao gồm: Hình cầu đến hình elip (*Aphanocapsa*), hình cầu từ 2 - 8 tế bào (*Gloeocapsa*) và hình cầu hoặc hình trứng phân bố không theo quy luật (*Microcystis*). Đối với các loài dạng sợi, có thể là sợi đơn độc mảnh không có tế bào dị hình (*Lyngbya*), sợi thẳng hay cong ở vách ngăn (*Oscillatoria*), sợi dạng ống thắt lại ở nơi tiếp giáp tế bào (*Phormidium*), hay sợi đơn độc/cụm xoắn theo quy luật (*Spirulina*). Đặc biệt, một số chi như *Anabaena* (sợi chuỗi ngọc với tế bào dị hình) và *Nostoc* (sợi cong queo có bao nhảy và tế bào dị hình) có khả năng cố định đạm, góp phần vào chu trình dinh dưỡng trong ruộng lúa.

Nghiên cứu đã chỉ ra sự khác biệt rõ rệt trong phân bố của các loài vi tảo giữa 3 vụ canh tác lúa. Các chi tảo khuê như *Nitzschia*, *Navicula* và *Pinnularia* cho thấy khả năng thích nghi rộng khi xuất hiện nhất quán ở cả 3 vụ lúa. Điều này gợi ý rằng, chúng có thể là những chỉ thị sinh học ổn định hoặc có khả năng chịu đựng tốt sự biến động môi trường. Tuy nhiên, một số loài lại thể hiện sự phân bố chuyên biệt theo mùa vụ, chỉ xuất hiện ở một vụ lúa nhất định. Cụ thể: Vụ đông xuân năm 2016 - 2017 ghi nhận sự hiện diện của tảo lục *Haematococcus lacustris* (loài này có thể chịu lạnh tốt hơn hoặc ưa điều kiện đông xuân). Trong khi đó, vụ hè thu năm 2017 lại đặc trưng bởi sự xuất hiện của các loài như *Phacotus lenticularis* và *Streptonema trilobatum* (thuộc ngành tảo lục), cùng với *Spirulina hanoiensis*, *Anabaena oscillarioides* và *Anabaena sigmaidea* (thuộc ngành VKL). Sự vắng mặt của các loài này ở hai vụ lúa còn lại cho thấy chúng có thể yêu cầu những điều kiện môi trường đặc thù về nhiệt độ, ánh sáng hoặc dinh dưỡng chỉ có trong vụ hè thu, ví dụ như nhiệt độ cao và cường độ ánh sáng mạnh. Những

khác biệt về sự hiện diện của từng loài tảo qua các vụ mùa không chỉ phản ánh sự đa dạng sinh học mà còn cung cấp cái nhìn sâu sắc về mối quan hệ giữa các loài tảo và điều kiện môi trường cụ thể của từng giai đoạn canh tác.

3.3. Mối quan hệ giữa yếu tố môi trường với thành phần loài vi tảo và vai trò tiềm năng của vi khuẩn

Số lượng loài tảo trong vụ hè thu (276 loài) cao hơn đáng kể, gấp 1,24 lần so với vụ đông xuân (223 loài). Sự chênh lệch này chủ yếu do sự khác biệt lớn về nhiệt độ và lượng mưa giữa hai vụ. Lượng mưa lớn hơn trong vụ hè thu (202 mm/tháng) so với đông xuân (53 mm/tháng) (Bảng 4) [22] chủ yếu có thể ảnh hưởng đến mật độ tảo do pha loãng hoặc cuốn trôi.

Tuy nhiên, yếu tố quyết định đến thành phần loài giữa hai vụ này lại là nhiệt độ. Nhiệt độ nước cao hơn trong vụ hè thu (29,7 - 33,0°C) (Bảng 4) rất thích hợp cho sự phát triển của tảo lục và VKL, làm tăng số lượng loài của các nhóm này, trong khi tảo mắt giảm (Phụ lục 1). Môi trường nhiệt độ cao trong vụ hè thu đặc biệt thích hợp cho sự phát triển của ngành tảo lục và VKL, dẫn đến sự gia tăng về số lượng loài của hai nhóm này. Ngược lại, số lượng loài tảo mắt lại giảm trong điều kiện nhiệt độ cao của vụ hè thu, cho thấy chúng có thể kém thích nghi hơn với môi trường nhiệt độ ấm áp (Phụ lục 1). Điều này cho thấy rằng, mặc dù nhiệt độ cao thúc đẩy sự đa dạng chung của một số nhóm nhưng nó có thể ức chế các nhóm khác. Tóm lại, nhiệt độ ấm áp hơn trong vụ hè thu là yếu tố then chốt thúc đẩy sự đa dạng loài của tảo lục và VKL, bù đắp cho tác động tiềm ẩn của lượng mưa lớn hơn, từ đó tạo nên sự phong phú về thành phần loài so với vụ đông xuân.

Số lượng loài tảo trong vụ hè thu (276 loài) cao hơn 188 loài so với vụ thu đông (88 loài). Điều này cho thấy, vụ hè thu tạo điều kiện tối ưu cho sự đa dạng của quần xã tảo, chủ yếu do sự kết hợp của cường độ ánh sáng và lượng mưa. Trong vụ thu đông, lượng mưa trung bình (226 mm/tháng) cao hơn so với vụ hè thu (202 mm/tháng) (Bảng 4) [22]. Kết hợp với điều kiện trời âm u và nhiều mây, cường độ ánh sáng mặt trời chiếu xuống ruộng lúa

trong vụ thu đông bị suy yếu đáng kể. Cường độ ánh sáng yếu là một trong những nguyên nhân chính làm giảm số lượng loài tảo. Đặc biệt, cường độ ánh sáng mạnh rất thích hợp cho sự phát triển của ngành tảo lục [34], một nhóm tảo chiếm số lượng lớn. Mặc dù VKL thường nhạy cảm với cường độ ánh sáng quá cao [35] nhưng tổng thể, điều kiện ánh sáng yếu trong vụ thu đông vẫn hạn chế sự đa dạng chung của tảo. Ngoài ra, độ đục cao của nước lũ ở vụ thu đông là nguyên nhân quan trọng làm giảm số lượng loài tảo, đặc biệt là những loài cần ánh sáng trực tiếp như VKL và tảo lục, do phù sa lơ lửng hạn chế nguồn bức xạ mặt trời chiếu xuống nước.

Như vậy, sự biến động về đa dạng loài tảo giữa các vụ lúa phản ánh mối tương quan chặt chẽ với các yếu tố môi trường chủ đạo như: Nhiệt độ, cường độ ánh sáng, lượng mưa và độ đục của nước. Các yếu tố này tương tác phức tạp, tạo nên những điều kiện sống khác nhau, từ đó ảnh hưởng đến thành phần và số lượng loài tảo hiện diện.

Qua đó cho thấy sự hiện diện của các loài VKL trong ruộng lúa có vai trò tiềm năng trong việc duy trì độ phì nhiêu của đất, đặc biệt trong các hệ thống canh tác lúa. Trong vụ hè thu năm 2017, nghiên cứu đã ghi nhận sự xuất hiện của VKL *Anabaena oscillarioides* (Hình 2n) với mật độ tương đối dày đặc ở đầu giai đoạn đẻ nhánh của cây lúa. Loài này đặc trưng bởi sự hiện diện của dị bào (heterocyst) dạng hình cầu nằm xen giữa các tế bào sợi, đây là cấu trúc chuyên biệt có khả năng cố định đạm phân tử từ khí quyển và chuyển hóa vào đất [15]. Phát hiện này phù hợp với quan sát của Kimura (2010) [5], cho thấy các loài VKL có dị bào thường xuất hiện xuyên suốt thời kỳ cây lúa đẻ nhánh, giai đoạn cây cần nhiều dinh dưỡng nhất.

Bên cạnh khả năng cố định đạm, một số loài VKL khác được tìm thấy trong vụ hè thu còn có khả năng tích lũy đáng kể các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu. Cụ thể, các loài như *Oscillatoria limosa* và *Oscillatoria* sp. được biết đến là chứa nhiều lân, trong khi *Aphanizomenon flos-aquae* và *Microcystis* sp. lại giàu đạm [15]. Khi các quần thể VKL này chết đi, chúng sẽ phân hủy và hoàn trả

các dưỡng chất tích lũy này trở lại cho đất, góp phần vào chu trình dinh dưỡng.

Đây là một cơ sở khoa học quan trọng để giải thích cơ chế tiềm năng giúp nhiều khu vực ở đồng bằng sông Cửu Long duy trì độ phì nhiêu hóa học của đất, ngay cả khi đã đề bao khép kín và canh tác lúa liên tục trong nhiều năm mà không có dấu hiệu thoái hóa về mặt hóa học đáng kể. Thực tế này được củng cố bởi kết quả nghiên cứu của Nguyễn Hữu Chiếm và cs (2017) [35], cho thấy hàm lượng chất hữu cơ, đạm tổng và lân tổng trong đất ở các khu vực đề bao khép kín (tại 4 huyện: Chợ Mới, Châu Phú, Phú Tân và Thoại Sơn thuộc tỉnh An Giang cũ) cao hơn có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với các khu vực ngoài đề bao, mặc dù thời gian bao đề đã kéo dài gần 17 năm (tính từ 2000 - 2017). Điều này cho thấy rằng, hệ sinh thái vi tảo bản địa, đặc biệt là các loài VKL có thể đóng vai trò then chốt trong việc bù đắp một phần lượng dinh dưỡng bị mất đi do cây lúa hút thu, duy trì cân bằng hóa học của đất.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Nghiên cứu đã xác định được tổng cộng 407 loài vi tảo phù du trong ruộng lúa tại khu vực đề bao khép kín, phân bố thuộc bốn ngành chính: Tảo lục (Chlorophyta), tảo khuê (Bacillariophyta), tảo mắt (Euglenophyta) và VKL (Cyanobacteria). Trong số đó, ngành tảo lục thể hiện cấu trúc thành phần loài đa dạng nhất.

Thành phần loài tảo trong ruộng lúa được đặc trưng bởi sự phát triển mạnh mẽ của các nhóm sau: Tảo lục, chủ yếu là các loài thuộc bộ Chlorococcales (dạng đơn bào, không di động) và Desmidiaceae (tảo song tinh); tảo khuê, đặc biệt là các chi thuộc lớp Pennales; tảo mắt (Euglenophyta), với nhiều loài có đời sống dị dưỡng; các loài VKL dạng sợi, bao gồm cả nhóm có dị bào (họ Anabaenaceae) và không có dị bào (họ Oscillatoriaceae). Sự hiện diện và ưu thế của các nhóm này phản ánh khả năng thích nghi của chúng với điều kiện môi trường đặc thù của ruộng lúa.

Số lượng loài tảo biến động rõ rệt giữa các vụ canh tác, chịu ảnh hưởng sâu sắc bởi các yếu tố môi trường như: Nhiệt độ, cường độ ánh sáng, lượng mưa và độ đục của nước. Với sự đa dạng loài

cao nhất được ghi nhận ở vụ hè thu năm 2017 (276 loài), theo sau là vụ đông xuân năm 2016 - 2017 (223 loài) và thấp nhất ở vụ thu đông năm 2016 (88 loài). Đáng chú ý, sự xuất hiện của VKL *Anabaena oscillarioides* với dị bào vào thời điểm cây lúa bắt đầu đẻ nhánh khẳng định tiềm năng cố định đạm từ khí quyển vào ruộng lúa, một cơ chế sinh học quan trọng trong việc cung cấp dinh dưỡng cho cây.

4.2. Kiến nghị

Tiếp tục nghiên cứu mở rộng phạm vi khảo sát đa dạng loài vi tảo (bao gồm cả vi tảo phù du và bám đáy) đến các ruộng lúa hai vụ ở khu vực ngoài đê bao khép kín, cũng như những vùng đất có đặc tính thổ nhưỡng khác biệt (ví dụ: Đất phèn, đất nhiễm mặn). Việc này sẽ cung cấp cơ sở dữ liệu toàn diện, cho phép so sánh và đánh giá chính xác hơn ảnh hưởng của các điều kiện môi trường đến tính đa dạng của quần xã vi tảo.

Cần tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu về vai trò của VKL trong đất trồng lúa. Để đảm bảo độ chính xác cao trong việc xác định các loài VKL và phân tích mối quan hệ di truyền của chúng nên kết hợp các phương pháp sinh học phân tử (giải trình tự gen 16S rRNA) với định danh hình thái truyền thống. Sau khi định danh chính xác, cần định lượng khả năng cố định đạm của các loài VKL (đặc biệt là *Anabaena oscillarioides* và các loài có dị bào) trong đất trồng lúa, nhất là trong vụ hè thu. Những dữ liệu này sẽ là cơ sở khoa học vững chắc để đánh giá vai trò cụ thể của VKL trong việc làm chậm quá trình suy thoái hóa học của đất ở các vùng đê bao khép kín thuộc đồng bằng sông Cửu Long, từ đó đề xuất các giải pháp quản lý đất bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Hữu Chiếm, Trần Chấn Bắc, Trần Quang Tuyến 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 đồng bằng sông Cửu Long. Báo cáo kết quả đề tài cấp Bộ 1997 - 1999. Trường Đại học Cần Thơ.
2. 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 đồng bằng sông Cửu Long. Trong: Kỷ yếu hội thảo tổng kết dự án JICA - Nhật Bản về cải thiện bảo tồn môi trường và nông nghiệp bền vững. Trường Đại học Cần Thơ.

3. Ngô Ngọc Hưng (2009). *Tính chất tự nhiên và những tiến trình làm thay đổi độ phì nhiêu đất đồng bằng sông Cửu Long*. Nxb Nông nghiệp.

4. Ngô Thành Trung, Nguyễn Thanh Hà và Lê Mạnh Dũng (2008). Thành phần sinh vật nổi tạo các thủy vực trên địa bàn huyện Gia Lâm, thành phố Hà Nội. *Tạp chí Khoa học và Phát triển, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội*, 4(2): 153 - 160.

5. Kimura M. (2010). Populations, community composition and biomass of aquatic organisms in the floodwater of rice fields and effects of field management. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition. Taylor and Francis Group*, 51(2): 159 - 181.

6. Trần Thượng Tuấn, Trương Thị Nga, Nguyễn Hữu Chiếm, Dương Văn Nhã, Lê Tuyết Minh, Trần Chấn Bắc, Đỗ Thị Thanh Hương, Dương Trí Dũng, Trần Hồng An, Trương Hoàng Đan, Trần Thanh Sơn, Trình Văn Trí và Trần Anh Thư (2000). Sự phân bố của phù sa và thủy sinh động thực vật ở An Giang. Kỷ yếu Hội thảo chung lần thứ nhất về Bảo tồn Môi trường và Nông nghiệp bền vững. Khoa Nông nghiệp, Trường Đại học Cần Thơ từ ngày 19 - 21, 1 - 19.

7. Trần Anh Thư, Nguyễn Hoàng Oanh và Trương Thị Nga (2013). Khảo sát hàm lượng As, Cd, Cu, Zn tại vùng đê bao kiểm soát lũ tỉnh An Giang. *Tạp chí Khoa học, Trường Đại học Cần Thơ*, 28: 73 - 79.

8. Trương Thị Nga, Nguyễn Công Thuận, Nguyễn Minh Thư (2007). Hiện trạng khai thác thủy sản và nhận thức của người dân về chính sách bảo vệ nguồn lợi thủy sản ở ấp Bình An - Thạnh Lợi, xã Vĩnh Thạnh Trung, huyện Châu Phú, An Giang. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 7: 112 - 120.

9. 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.

10. Pandey A. K. (1985). Effects of propanil on growth and cell constituents of *Nostoc calcicola*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 23(2): 157 - 162.
11. Công ty Syngenta Thụy Sĩ (2013). Thông tin an toàn sản phẩm Chess 50WG, ngày truy cập 15/4/2025. https://www.syngenta.com.vn/sites/g/files/zhg531/f/thong20tin20an20toan_chess2050wgmsds_0.pdf?token=1495092896, ngày truy cập 16/4/2025.
12. Phòng Kiểm dịch - Pháp chế (2015). Hoạt chất thuốc bảo vệ thực vật gốc đồng phòng trừ bệnh hại cây trồng. https://www.anbio.vn/blogs/kien-thuc/hoat-chat-thuoc-bao-ve-thuc-vat-goc-dong-phong-tru-benh-hai-cay-trong?srsId=AfmBOorEfgTeuRceJV5yGhDYpPzWd3xhCasHuFwpl22OjAm4vR_ci3Yi, ngày truy cập 16/6/2025.
13. Begum T. Z. N., Mandal R. and Paul A. R. (1988). Succession of algal flood in the deep water rice field of Sonargaon, Bangladesh. *Phykos*, 27: 15 - 24.
14. Vũ Quang Mạnh (2004). *Sinh thái học đất*. Nxb Đại học Sư phạm Hà Nội, 265 trang.
15. Nguyễn Văn Tuyên (2003). *Đa dạng sinh học tảo trong thủy vực nội địa Việt Nam triển vọng và thách thức*. Nxb Nông nghiệp.
16. Dương Đức Tiến (1996). *Phân loại VKL ở Việt Nam*. Nxb Nông nghiệp.
17. Vũ Ngọc Út và Dương Thị Hoàng Oanh (2013). *Giáo trình Thực vật và động vật thủy sinh*. Nxb Đại học Cần Thơ.
18. Nguyễn Thị Minh Lan (1995). Điều tra thành phần loài VKL (tảo lam) cố định N_2 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.
19. Nguyễn Thị Minh Lan và Lê Khương Thúy (2000). *Tính đa dạng của VKL (tảo lam) và khả năng cố định Nitơ trong ruộng lúa vùng Hà Nội*. Trong: Tài nguyên sinh vật đất và sự phát triển bền vững của hệ sinh thái đất. Nxb Nông nghiệp.
20. Nguyễn Hữu Chiêm (Chủ nhiệm) (2016). Đánh giá tác động hệ thống kiểm soát lũ đối với sức sản xuất của đất và khả năng chịu tải của nguồn nước phục vụ phát triển nông nghiệp bền vững. Báo cáo tổng kết đề tài cấp tỉnh. Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh An Giang.
21. Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn (2018). Thông tư số 03/2018/TT-BNNPTNT ngày 9 tháng 02 năm 2018: Ban hành danh mục thuốc bảo vệ thực vật được phép sử dụng và cấm sử dụng ở Việt Nam.
22. NASA (2017). Số liệu về nhiệt độ và lượng mưa ở xã Long Kiến, huyện Chợ Mới, tỉnh An Giang. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>, ngày truy cập 10/6/2025.
23. Boyer C. S. (1916). The diatomaceae of philadelphia and vicinity. American: Press of J. B. Lippincott Company, East Washington Square Philadelphia.
24. Shirota A. (1966). The plankton of South Viet Nam - Freshwater and marine plankton. Japan: Overseas technical cooperation agency.
25. Dương Đức Tiến và Võ Hành (1997). *Tảo nước ngọt Việt Nam. Phân loại bộ tảo lục*. Hà Nội: Nxb Nông nghiệp.
26. The Natural history Museum and the British phycological society (2002). The freshwater algal flora of the British Isles. Cambridge University Press.
27. Lê Thị Thúy Hà và Bùi Thị Quỳnh Trang (2017). Thành phần loài tảo lục (Chlorophyta) ở hồ Tàu Voi, thị xã Kỳ Anh, tỉnh Hà Tĩnh. Trong: Hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần thứ 7, 657 - 663.
28. Smith T. (2008). Algae in agricultural fields from St. Francis County, Arkansas. *Journal of the Arkansas Academy of Science*, 62: 97 - 102.
29. 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.
30. Đặng Thị Sy (2005). *Tảo học*. Nxb Đại học Quốc gia.
31. Trần Ngọc Hải và Trần Thị Thanh Hiền (2000). Kỹ thuật nuôi thức ăn tự nhiên. Giáo trình kỹ thuật nuôi, Trường Đại học Cần Thơ, 75 trang.

32. Nguyễn Thị Hạnh Nguyên và Nguyễn Hữu Hiệp (2019). Phân lập và tuyển chọn VKL (Cyanobacteria) có khả năng cố định đạm ở ruộng lúa tỉnh Đồng Tháp. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, 55(2), Số chuyên đề: Công nghệ Sinh học, 20 - 26.

33. Kaushik B. D. (1994). Blue-green algae and sustainable agriculture. In: Natural resource management for sustainable agriculture and development (ed.) Deb, L. Angkor Pubs. Pvt. Ltd. New Delhi, 403 - 416.

34. Roger P. A. and Reynaud P. A. (1979). Ecology of blue-green algae in paddy fields. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

35. Nguyễn Hữu Chiêm, Huỳnh Công Khánh, Nguyễn Xuân Lộc và Đinh Thị Việt Huỳnh (2017). Đánh giá và so sánh tính chất lý - hóa học đất trồng lúa trong và ngoài đê bao khép kín tỉnh An Giang. *Tạp chí Khoa học, Đại học Cần Thơ*, số chuyên đề: Môi trường và Biến đổi khí hậu, (1), 86 - 92.

THE DIVERSITY OF MICROALGAE SPECIES IN THE RICE FIELDS, LONG KIEN COMMUNE, AN GIANG PROVINCE

Bui Thi Mai Phung¹, Nguyen Huu Chiem²

¹An Giang University, VNU-HCM

² Faculty of Environment and Natural Resources, Can Tho University

Abstract

Through three rice crops, surveying the composition of planktonic microalgae in the rice fields showed that there were 407 taxa belonging to 100 genera, 39 families, 17 orders and 4 phyla (Chlorophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta and Cyanobacteria), of which Chlorophyta has the most diverse species composition structure. The highest number of algal species was observed in the 2017 Summer-Autumn rice crop, the 2016 - 2017 Winter - Spring crop and the 2016 Autumn - Winter crop, corresponding to 276, 223 and 88 species, respectively. It is the difference in habitat conditions that make up the diversity of microalgae species in the fields. In particular, *Anabaena oscillarioides* with heterocysts are capable of nitrogen fixation into the soil, which appeared a lot at the beginning of the tillering stage in Summer - Autumn 2017 rice.

Keywords: *Cyanobacteria, microalgae, rice field, seasonal crop, species composition.*

Ngày nhận bài: 26/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 10/6/2025

Ngày thông qua phản biện: 30/6/2025

Ngày duyệt đăng: 30/9/2025