

**BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO**

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



PHAN THỊ YẾN

**NGHIÊN CỨU ĐA DẠNG THÀNH PHẦN LOÀI TÔM
NƯỚC NGỌT THUỘC HỌ ATYIDAE Ở VIỆT NAM
VÀ ĐỀ XUẤT PHÂN HẠNG BẢO TỒN**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC
NGÀNH ĐỘNG VẬT HỌC**

Hà Nội – 2024

BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ

PHAN THỊ YẾN

**NGHIÊN CỨU ĐA DẠNG THÀNH PHẦN LOÀI TÔM
NƯỚC NGỌT THUỘC HỌ ATYIDAE Ở VIỆT NAM
VÀ ĐỀ XUẤT PHÂN HẠNG BẢO TỒN**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC
NGÀNH ĐỘNG VẬT HỌC
Mã số: 9 42 01 03**

Xác nhận của Học viện **Người hướng dẫn 1**
Khoa học và Công nghệ *(Ký, ghi rõ họ tên)*

Người hướng dẫn 2
(Ký, ghi rõ họ tên)

TS. Đỗ Văn Tứ

TS. Nguyễn Thị Phương Trang

Hà Nội - 2024

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan luận án: "Nghiên cứu đa dạng thành phần loài tôm nước ngọt thuộc họ Atyidae ở Việt Nam và đề xuất phân hạng bảo tồn" là công trình nghiên cứu của chính mình dưới sự hướng dẫn khoa học của tập thể hướng dẫn. Luận án sử dụng thông tin trích dẫn từ nhiều nguồn tham khảo khác nhau và các thông tin trích dẫn được ghi rõ nguồn gốc. Các kết quả nghiên cứu của tôi được công bố chung với các tác giả khác đã được sự nhất trí của đồng tác giả khi đưa vào luận án. Các số liệu, kết quả được trình bày trong luận án là hoàn toàn trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ một công trình nào khác ngoài các công trình công bố của tác giả. Luận án được hoàn thành trong thời gian tôi làm nghiên cứu sinh tại Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Tác giả



Phan Thị Yên

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin cảm ơn TS. Đỗ Văn Tứ và TS. Nguyễn Thị Phương Trang đã hướng dẫn tôi trong quá trình thực hiện đề tài, phân tích số liệu, công bố kết quả nghiên cứu và hoàn thiện luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn Học viện Khoa học và Công nghệ, bộ phận Đào tạo Sau đại học và Lãnh đạo Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật thuộc Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam và đã nhiệt tình giúp đỡ và tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu tại cơ sở đào tạo.

Xin cảm ơn tới các cán bộ, nghiên cứu viên phòng Sinh thái Môi trường nước thuộc Viện Sinh thái và Tài Nguyên sinh vật – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã tận tình giúp đỡ, tạo điều kiện trong quá trình khảo sát thực địa và phân tích số liệu của luận án.

Xin trân trọng cảm ơn Ban Giám hiệu Trường Đại học Hùng Vương, Ban Chủ nhiệm Khoa Nông Lâm Ngư, Bộ môn Chăn nuôi Thú y – nơi tôi công tác, đã động viên hỗ trợ tôi trong quá trình học tập và nghiên cứu.

Xin cảm ơn Ban Giám đốc, các cán bộ kiểm lâm của các Khu bảo tồn Thiên nhiên, lãnh đạo và người dân địa phương đã cung cấp thông tin, tạo điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình khảo sát thực địa.

Tôi xin tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới gia đình, người thân, bạn bè đã hết lòng giúp đỡ, động viên tôi về tinh thần cũng như vật chất để hoàn thành quá trình học tập và nghiên cứu này.

Nghiên cứu được hỗ trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (Nafosted) trong đề tài mã số 106.05-2017.302.

Hà Nội, ngày 22 tháng 11 năm 2024

Nghiên cứu sinh



Phan Thị Yến

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Ký hiệu viết tắt	Ý nghĩa
AOO	Area of Occupancy (vùng phân bố)
Bp	Base pair
CL	(Carapace length) Độ dài vỏ đầu ngực
CR	(Critically Endangered) Cực kì nguy cấp
CS	Cộng sự
DD	Data Deficient (Thiếu dữ liệu)
DNA	Deoxyribonucleic Acid
ĐDSH	Đa dạng sinh học
EN	Endangered (Nguy cấp)
EOO	Extent of Occurrence (Diện tích vùng phân bố)
EX	(Extinct) Đã tuyệt chủng
EW	(Extinct in the Wild - EW) Đã tuyệt chủng ngoài tự nhiên
IUCN	International Union for Conservation of Nature (Liên minh Bảo tồn Thiên nhiên Quốc tế)
KBTTN	Khu Bảo tồn thiên nhiên
KVNC	Khu vực nghiên cứu
LC	(Least Concern) Ít lo ngại
NCS	Nghiên cứu sinh
NT	(Near Threatened) Gần bị đe dọa
SĐVN	Sách Đỏ Việt Nam
VQG	Vườn quốc gia
VU	Vulnerable (Sẽ nguy cấp)

MỤC LỤC

<i>LỜI CAM ĐOAN</i>	<i>i</i>
<i>LỜI CẢM ƠN</i>	<i>ii</i>
<i>DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT</i>	<i>iii</i>
<i>MỤC LỤC</i>	<i>iv</i>
<i>DANH MỤC CÁC BẢNG</i>	<i>vii</i>
<i>DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THI</i>	<i>ix</i>
<i>MỞ ĐẦU</i>	<i>1</i>
1. Tính cấp thiết của đề tài.....	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	2
3. Nội dung nghiên cứu.....	2
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài.....	2
4.1. Ý nghĩa khoa học.....	2
4.2. Ý nghĩa thực tiễn.....	2
5. Những đóng góp mới của luận án.....	3
<i>CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU</i>	<i>4</i>
1.1. Tổng quan các nghiên cứu về thành phần loài họ tôm Atyidae.....	4
1.1.1. Giới thiệu chung về họ tôm Atyidae.....	4
1.1.1.1. Vị trí phân loại.....	4
1.1.1.2. Một số đặc điểm chính họ tôm Atyidae.....	4
1.1.2. Tổng quan các nghiên cứu thành phần loài tôm Atyidae trên thế giới....	4
1.1.3. Tổng quan các nghiên cứu phân loại tôm Atyidae trên thế giới dựa trên phân tích sinh học phân tử.....	10
1.1.4. Tổng quan các nghiên cứu phân hạng bảo tồn và cơ sở cho bảo tồn tôm Atyidae trên thế giới.....	13
1.1.4.1. Nghiên cứu về phân hạng bảo tồn Atyidae trên thế giới.....	13
1.1.4.2. Nghiên cứu bảo tồn tôm Atyidae trên thế giới.....	14
1.2. Tổng quan nghiên cứu về họ tôm Atyidae ở Việt Nam.....	16
1.3. Khái quát về thủy vực nước ngọt Việt Nam.....	19
1.3.1. Vị trí địa lý và địa hình.....	19
1.3.2. Các loại hình thủy vực và mối quan hệ địa lý sinh vật của thủy sinh vật nước ngọt nội địa Việt Nam.....	20
1.3.3. Phân vùng địa lý thủy sinh vật nước ngọt nội địa Việt Nam.....	20
<i>CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU</i>	<i>22</i>
2.1. Đối tượng, thời gian, tư liệu nghiên cứu.....	22
2.2.1. Thời gian nghiên cứu.....	22

2.2.2. Đối tượng nghiên cứu	22
2.2.3. Tư liệu nghiên cứu	22
2.2. Phương pháp nghiên cứu.....	23
2.2.1. Phương pháp kế thừa	23
2.2.2. Phương pháp khảo sát thực địa, thu mẫu và cố định mẫu.....	23
2.2.2.1. Thiết bị khảo sát.....	23
2.2.2.2. Địa điểm khảo sát.....	23
2.2.2.3. Phương pháp thu mẫu và xử lý mẫu	24
2.2.3. Các phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm	25
2.2.3.1. Phương pháp phân tích đặc điểm hình thái	25
2.2.3.2. Phân tích sinh học phân tử.....	28
2.2.3.3. Phương pháp xây dựng khóa định loại.....	29
2.2.3.4. Phương pháp phân hạng bảo tồn và đề xuất các biện pháp bảo tồn	29
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU.....	34
3.1. Thành phần loài và đặc điểm nhận dạng tôm Atyidae ở Việt Nam	34
3.1.1. Thành phần loài tôm riu họ Atyidae ở Việt Nam.....	34
3.1.2. Đặc điểm hình thái các loài tôm Atyidae tại Việt Nam	37
3.1.2.1. Đặc điểm các loài thuộc giống Caridina Edwards, 1837	37
3.1.2.2. Đặc điểm các loài thuộc giống Neocaridina Kubo, 1938	91
3.1.2.3. Đặc điểm các loài thuộc giống Atyopsis Chace, 1983.....	94
3.1.3. Đặc điểm di truyền của các loài tôm Atyidae phân bố ở Việt Nam dựa trên phân tích trình tự gen 16S.....	95
3.1.3.1. Khoảng cách di truyền K2P giữa các loài tôm Atyidae ở Việt Nam	95
3.1.3.2. Mối quan hệ di truyền của tôm Atyidae ở Việt Nam.....	96
3.1.3.3. Đặc điểm di truyền một số loài nghi là loài mới	99
3.1.4. Khóa định loại các loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam.....	107
3.2. Đặc điểm phân bố và đề xuất phân hạng bảo tồn của tôm Atyidae ở Việt Nam	110
3.2.1. Đánh giá đặc điểm phân bố của các loài tôm Atyidae ở Việt Nam.....	110
3.2.1.1. Phân bố theo vùng, miền	110
3.2.1.2. Phân bố theo địa hình cảnh quan và độ cao	116
3.2.2. Đánh giá phân hạng bảo tồn và yếu tố tác động đến các loài Atyidae ở Việt Nam.....	120
3.2.2.1. Đánh giá phân hạng bảo tồn các loài Atyidae ở Việt Nam	120
3.2.2.2. Đánh giá các yếu tố tác động Atyidae ở Việt Nam.....	134

3.2.3. Đề xuất biện pháp bảo tồn	136
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	138
KẾT LUẬN.....	138
KIẾN NGHỊ	138
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	141
PHỤ LỤC 1. BẢNG KHOẢNG CÁCH DI TRUYỀN CÁC LOÀI THUỘC HỌ <i>ATYIDAE</i> Ở VIỆT NAM	<i>i</i>
PHỤ LỤC 2. MỘT SỐ HÌNH ẢNH THỰC ĐỊA TRONG QUÁ TRÌNH THỰC HIỆN LUẬN ÁN	<i>xiii</i>
PHỤ LỤC 3. THÔNG TIN VỀ CÁC MẪU TRÌNH TỰ GEN SỬ DỤNG TRONG NGHIÊN CỨU	<i>xvi</i>
PHỤ LỤC 4. THÔNG TIN VỀ MẪU VẬT VÀ ĐỊA ĐIỂM THU MẪU.....	<i>xix</i>
PHỤ LỤC 5. HÌNH ẢNH MẪU VẬT SỐNG	<i>xxxviii</i>
CỦA MỘT SỐ LOÀI TÔM HỌ <i>ATYIDAE</i>	<i>xxxviii</i>

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Thời gian và địa điểm khảo sát bổ sung	23
Bảng 2.2. Bảng các chỉ số đo, đếm hình thái tôm Atyidae (Đơn vị: mm)	26
Bảng 2.3. Các môi sử dụng trong nghiên cứu quan hệ di truyền của tôm Atyidae ..	28
Bảng 2.4. Tóm tắt tiêu chuẩn đánh giá và tiêu chí phân hạng danh lục đỏ IUCN đối với các bậc đe dọa (CR, EN VÀ VU)	31
Bảng 3.1. Danh sách thành phần loài tôm riu họ Atyidae ghi nhận được ở Việt Nam	34
Bảng 3.2. Số lượng và tỉ lệ loài theo từng giống tôm thuộc họ tôm Atyidae được ghi nhận ở Việt Nam	37
Bảng 3.3. So sánh sự khác biệt giữa các loài <i>Caridina</i> sp. 4, <i>C. clinata</i> và <i>C. haivanensis</i>	91
Bảng 3.4. Khoảng cách di truyền truyền K2P trong loài và giữa các loài tôm họ Atyidae ở Việt Nam.....	96
Bảng 3.5. Các vị trí nucleotide sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của <i>Caridina</i> sp.1 so với <i>C. cucphuongensis</i> , <i>C. serrata</i> và <i>C. clinata</i>	99
Bảng 3.6. Các vị trí axit amin sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của <i>Caridina</i> sp.1 so với <i>C. cucphuongensis</i> , <i>C. serrata</i> và <i>C. clinata</i>	100
Bảng 3.7. Các vị trí nucleotide sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của <i>Caridina</i> sp.2 so với <i>C. caobangensis</i> , <i>C. pseudoserrata</i> và <i>Caridina</i> sp.4.....	101
Bảng 3.8. Các vị trí axit amin sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của <i>Caridina</i> sp.2 so với <i>C. caobangensis</i> , <i>C. pseudoserrata</i> và <i>Caridina</i> sp.4.....	102
Bảng 3.9. Các vị trí nucleotide sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của <i>Caridina</i> sp.3 so với <i>C. pacbo</i> , <i>C. namdat</i> và <i>C. pseudoserrata</i>	103
Bảng 3.10. Các vị trí axit amin sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của <i>Caridina</i> sp.3 so với <i>C. pacbo</i> , <i>C. namdat</i> và <i>C. pseudoserrata</i>	104
Bảng 3.11. Các vị trí nucleotide sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của <i>Caridina</i> sp.4 so với <i>C. clinata</i> , <i>C. haivanensis</i> và <i>C. nguyenii</i> ..	105
Bảng 3.12. Các vị trí axit amin sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của <i>Caridina</i> sp.4 so với <i>C. clinata</i> , <i>C. haivanensis</i> và <i>C. nguyenii</i> ..	106
Bảng 3.13. Phân bố địa lý các loài thuộc họ Atyidae ở Việt Nam	111

Bảng 3.14. Số lượng, tỷ lệ mẫu tôm Atyidea theo vùng khí hậu.....	115
Bảng 3.15. Đánh giá tình trạng bảo tồn các loài tôm họ Atyidae ở Việt Nam theo hướng dẫn của IUCN.....	122

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 3.1. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina cantonensis</i> Yu, 1938 ở Việt Nam	38
Hình 3.2. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina caobangensis</i> Li & Liang, 2002	40
Hình 3.3. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina clinata</i> Cai, Quynh & Ng, 1999	42
Hình 3.4. Ảnh chụp loài <i>Caridina cucphuongensis</i> Dang, 1980	42
Hình 3.5. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina cucphuongensis</i> Dang, 1980	43
Hình 3.6. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina excavatoides</i> Johnson, 1961	45
Hình 3.7. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina gracilipes</i> De Man, 1892 tại Việt Nam	47
Hình 3.8. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina gracillima</i> Lanchester, 1901	48
Hình 3.9. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina haivanensis</i> Do & Dang, 2010	50
Hình 3.10. Sơ đồ phân bố của loài <i>Caridina johnsoni</i> ở Việt Nam	52
Hình 3.11. Sơ đồ phân bố loài <i>C. lanceifrons</i> Yu, 1936 ở Việt Nam	54
Hình 3.12. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina macrophora</i> Kemp, 1918	56
Hình 3.13. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina mertoni</i> Roux, 1911 ở Việt Nam	58
Hình 3.14. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina namdat</i> Do, Dang & von Rintelen, 2021	59
Hình 3.15. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina nguyeni</i> Li & Liang, 2002	61
Hình 3.16. Sơ đồ phân bố loài <i>C. pacbo</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020	62
Hình 3.17. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina peninsularis</i> Kemp, 1918	63
Hình 3.18. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina pseudoserrata</i> Dang & Do, 2007	64
Hình 3.19. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina rubropunctata</i> Dang & Do, 2007	65
Hình 3.20. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina serrata</i> Stimpson, 1860	67
Hình 3.21. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina temasek</i> Choy & Ng, 1991	68
Hình 3.22. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina thachlam</i> Do, Cao, von Rintelen, 2021	70
Hình 3.23. Ảnh chụp mẫu vật sống loài <i>Caridina tricincta</i>	72
Hình 3.24. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina tricincta</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020	72
Hình 3.25. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina typus</i> H. Milne Edwards, 1837	74
Hình 3.26. Giáp đầu ngực <i>C. typus</i>	74
Hình 3.27. Giáp đầu ngực <i>C. zhujiangensis</i> [108]	74
Hình 3.28. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina weberi sumatrensis</i> De Man, 1892	76
Hình 3.29. Hình vẽ các chi tiết loài <i>Caridina</i> sp.1 (1)	77
Hình 3.30. Hình vẽ các chi tiết loài <i>Caridina</i> sp.1 (2)	78
Hình 3.31. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina</i> sp.1	79
Hình 3.32. Sinh cảnh nơi thu được mẫu loài <i>Caridina</i> sp.2	80
Hình 3.33. Hình vẽ các chi tiết loài <i>Caridina</i> sp.2 (1)	81
Hình 3.34. Hình vẽ các chi tiết loài <i>Caridina</i> sp.2 (2)	82
Hình 3.35. Chân bơi 1 con đực của <i>Caridina</i> sp.2	83

Hình 3.36. Chân bơi 1 con đực của <i>C. caobangensis</i> [99].....	83
Hình 3.37. Chân bơi 2 con đực của <i>Caridina</i> sp.2.....	83
Hình 3.38. Chân bơi 2 con đực của <i>C. caobangensis</i> [99].....	83
Hình 3.39. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina</i> sp.2.....	84
Hình 3.40. Hình vẽ các chi tiết loài <i>Caridina</i> sp.3 (1).....	85
Hình 3.41. Hình vẽ các chi tiết loài <i>Caridina</i> sp.3 (2).....	86
Hình 3.42. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina</i> sp.3.....	87
Hình 3.43. Hình chụp mẫu vật sống loài <i>Caridina</i> sp 3.....	88
Hình 3.44. Hình vẽ các chi tiết loài <i>Caridina</i> sp.4 (1).....	88
Hình 3.45. Hình vẽ các chi tiết loài <i>Caridina</i> sp.4 (2).....	89
Hình 3.46. Sơ đồ phân bố loài <i>Caridina</i> sp.4.....	90
Hình 3.47. Sơ đồ phân bố loài <i>Neocaridina palmata palmata</i> ở Việt Nam.....	92
Hình 3.48. Mối quan hệ di truyền của các loài thuộc họ Atyidae tại Việt Nam dựa trên phân tích trình tự gen 16S.....	98
Hình 3.49. Biểu đồ tỷ lệ phân bố Bắc Nam các loài tôm Atyidae.....	115
Hình 3.50. Biểu đồ số lượng loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam theo khu vực.....	116
Hình 3.51. Biểu đồ số lượng loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam theo độ cao.....	119
Hình 3.52. Tình trạng bảo tồn các loài Atyidae do IUCN ghi nhận.....	120
Hình 3.53. Phân hạng bảo tồn các loài Atyidae ở Việt Nam theo tiêu chí của IUCN.....	121
Hình 3.54. Tôm thuộc họ tôm Atyidae được khai thác làm thức ăn.....	134
Hình 3.55. Tôm thuộc họ tôm Atyidae được bán làm cảnh.....	135

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Họ tôm Atyidae (tôm riu) là nhóm sinh vật cổ có độ đa dạng cao với khoảng 469 loài [1]. Đây là họ tôm có phân bố ở mọi vùng địa lý động vật, ngoại trừ Bắc Cực và Nam Cực [2]. Vùng Đông Nam Á (bao gồm cả Nam Trung Quốc) được đánh giá là vùng có mức độ đa dạng tôm Atyidae cao nhất với hơn 210 loài trong 13 giống [3].

Tôm riu thể hiện những mô hình địa lý sinh vật và phát sinh chủng loại đa dạng, có tiềm năng trong các nghiên cứu về các quá trình phát tán, cách ly ở các quy mô vùng địa lý. Mặc dù có đặc tính sinh học lý thú và thích hợp cho những nghiên cứu tiến hóa và địa lý sinh vật, nhưng những nghiên cứu về đa dạng thành phần loài, sinh thái của tôm Atyidae trong thế kỷ 20 còn ít và tập trung chủ yếu vào phân loại dựa trên các đặc điểm về hình thái. Từ những năm 2000 trở lại đây, đã có các nghiên cứu tích hợp các dữ liệu về hình thái, sinh thái và sinh học phân tử về tôm riu Atyidae, việc nghiên cứu tích hợp này đã giúp phát hiện thêm nhiều loài, tu chỉnh lại phân loại học cho nhiều loài, giống. Các nghiên cứu đã cho thấy tôm Atyidae ở trong khu vực Châu Á, đặc biệt là Đông Nam Á có mức độ đa dạng và đặc hữu cao. Trong 20 năm qua, trung bình mỗi năm có khoảng 5 loài mới được mô tả ở vùng này.

Việt Nam là nước nằm trong vùng chuyển tiếp giữa Đông Dương và Trung Quốc đồng thời có sự phong phú về các loại hình thủy vực nước ngọt nên khu hệ động vật thủy sinh nói chung, các loài động vật thân mềm như họ tôm Atyidae có tính đa dạng cao. Các nghiên cứu về thành phần loài, phân bố của họ tôm Atyidae ở Việt Nam đến nay vẫn chủ yếu dựa trên phân tích đặc điểm hình thái, thêm vào đó các nghiên cứu chưa đầy đủ, toàn diện trên các hệ sinh thái và các vùng miền. Nhiều loài tôm riu đã được mô tả khó xác minh vì mẫu chuẩn bị mất hoặc thất lạc. Tình trạng trên làm cho việc ước tính chính xác đa dạng loài thuộc họ tôm riu Atyidae khó khăn và ngăn cản việc sử dụng các dữ liệu hiện có cho các nghiên cứu về địa lý sinh vật hoặc tiến hóa.

Trong số các loài tôm Atyidae ở Việt Nam được đánh giá trong Danh mục đỏ (IUCN 2023) thì 60% các loài được đánh giá ở mức Thiếu dữ liệu (DD), những loài còn lại được đánh giá ở mức Ít lo ngại (LC). Quá trình phát triển kinh tế và các hoạt động của con người đang tạo áp lực rất lớn lên các hệ sinh thái thủy vực. Các loài tôm Atyidae chỉ được ghi nhận ở Việt Nam với khu vực phân bố rất hẹp có thể biến mất nếu không được bảo vệ kịp thời. Cần có đánh giá phân hạng bảo tồn cho các loài tôm Atyidae tại Việt Nam để có thể đưa ra giải pháp phù hợp, đặc biệt với các loài đang được đánh giá là thiếu dữ liệu.

Để có thể đánh giá được một cách chính xác sự đa dạng thành phần loài nhằm góp phần bảo tồn các loài tôm Atyidae tại Việt Nam thì việc nghiên cứu phân loại

tích hợp dựa trên việc kết hợp phân tích hình thái và phân tử là cần thiết. Phân loại học với độ tin cậy cao cùng với những thông tin về các loài đã cung cấp cơ sở quan trọng để đề xuất phân hạng bảo tồn cho họ tôm này. Từ cơ sở khoa học và thực tiễn trên nghiên cứu sinh đã thực hiện đề tài “Nghiên cứu đa dạng thành phần loài tôm nước ngọt thuộc họ Atyidae ở Việt Nam và đề xuất phân hạng bảo tồn”.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Xác định được thành phần loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam dựa trên phân tích đặc điểm hình thái và trình tự đoạn gen 16S.

- Đánh giá được hiện trạng phân bố và đề xuất phân hạng bảo tồn cho các loài tôm họ Atyidae ở Việt Nam theo phân loại của IUCN.

3. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu về thành phần loài tôm riu họ Atyidae ở Việt Nam dựa trên đặc điểm hình thái và phân tử. Nghiên cứu mối quan hệ di truyền giữa các loài tôm riu họ Atyidae ở Việt Nam

- Nghiên cứu hiện trạng phân bố và đề xuất phân hạng bảo tồn các loài tôm riu họ Atyidae ở Việt Nam dựa trên hướng dẫn phân loại của IUCN.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

4.1. Ý nghĩa khoa học

Nghiên cứu cung cấp những dữ liệu khoa học về thành phần loài tôm nước ngọt thuộc họ Atyidae ở Việt Nam dựa trên phương pháp phân loại tích hợp hình thái và sinh học phân tử. Ngoài ra nghiên cứu cũng cung cấp những thông tin về sự phân bố, đặc điểm sinh học và sinh thái của các loài này.

Kết quả nghiên cứu giúp xác định rõ ràng hơn về thành phần loài, từ đó góp phần hoàn thiện hệ thống phân loại.

Kết quả nghiên cứu tạo nền tảng cho các nghiên cứu tiếp theo về sinh thái học, di truyền học và sinh lý học của các loài tôm nước ngọt thuộc họ Atyidae.

4.2. Ý nghĩa thực tiễn

Nghiên cứu cung cấp thông tin chi tiết về đa dạng thành phần loài tôm nước ngọt thuộc họ Atyidae, từ đó hỗ trợ cho việc quản lý và bảo vệ tài nguyên sinh học tại các hệ thống sông, suối, ao hồ ở Việt Nam. Dựa trên kết quả nghiên cứu, các biện pháp bảo tồn cụ thể có thể được đề xuất và triển khai để bảo vệ các loài tôm thuộc họ Atyidae quý hiếm, có nguy cơ tuyệt chủng.

Thông tin từ nghiên cứu có thể được sử dụng trong quy hoạch phát triển vùng và quản lý môi trường, đảm bảo cân bằng giữa phát triển kinh tế và bảo vệ tài nguyên thiên nhiên.

5. Những đóng góp mới của luận án

Xây dựng được danh sách 33 loài và phân loài thuộc họ Atyidae tại Việt Nam trong đó tu chỉnh về phân loại cho 6 loài, mô tả lại 1 loài, ghi nhận bổ sung 5 loài cho Việt Nam, mô tả 4 loài nghi là loài mới cho khoa học.

Nghiên cứu cũng đã xây dựng được khóa phân loại và bản đồ phân bố cho tất cả các loài tôm riu được ghi nhận ở Việt Nam.

Lần đầu tiên mối quan hệ di truyền giữa các loài tôm riu Atyidae có phân bố tại Việt Nam được phân tích dựa trên đoạn gen 16S.

Luận án cũng đánh giá và đề xuất được phân hạng bảo tồn của các loài thuộc họ tôm Atyidae tại Việt Nam đặc biệt là các loài đặc hữu theo tiêu chuẩn của IUCN; và đề xuất một số biện pháp bảo tồn cho các loài này.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

1.1. Tổng quan các nghiên cứu về thành phần loài họ tôm Atyidae

1.1.1. Giới thiệu chung về họ tôm Atyidae

1.1.1.1. Vị trí phân loại

Ngành: Chân khớp (Arthropoda)

Lớp: Giáp xác lớn (Malacostraca)

Bộ: Mười chân (Decapoda)

Liên họ: Atyoidea

Họ: Atyidae (Họ tôm Atyidae)

Họ tôm Atyidae có tên tiếng Việt là tôm riu, hiện tại họ Atyidae trên thế giới được xác định có 4 phân họ, 42 giống [4] với 542 loài [5].

1.1.1.2. Một số đặc điểm chính họ tôm Atyidae

Các loài thuộc họ tôm Atyidae có chủy gắn cứng với phần còn lại của giáp đầu ngực, giáp đầu ngực không có gờ dọc bên. Mắt không dài bất thường và không bị che khuất dưới giáp đầu ngực. Râu có 2 nhánh, không có nhánh phụ. Hàm dưới (mandible) có nhánh phụ (palp), phần hàm nghiền dạng hình gần vuông, không tách biệt rõ ràng khỏi phần cốt. Maxilla thứ 2 endite phát triển tốt, scaphognathite có thùy gốc thuôn nhọn, mang hàng lông dài, kéo dài sâu vào buồng mang. Maxilliped thứ 1 có nhánh ngoài (exopod) kết thúc ở dạng sợi dài, không có thùy rộng và tách rời một phần. Maxilliped thứ 2: Có nhánh ngoài (exopod), nhánh trong (endopod) gồm 4 đốt, không kết thúc ở 2 đoạn gắn cạnh nhau, đoạn cuối gắn với phần kéo dài mảnh và cong hình lưỡi liềm của đoạn trước. Maxilliped thứ 3 gồm 5 đoạn, mảnh mai, giống với chân bò (pereopod). Chân bò (pereopods) thường có epipod dạng dải trên ít nhất 3 cặp chân trước. Hai cặp chân bò trước tương tự nhau, các ngón của càng (chela) thường kết thúc bằng chùm lông; chân bò thứ 2 có đốt ống không chia đốt [6].

Tôm thuộc họ Atyidae đa số có kích thước nhỏ, là động vật ăn mùn hữu cơ từ thực vật, động vật, vi khuẩn hoặc các hạt tảo. Hầu hết các loài ăn bằng cách nhặt các hạt thức ăn từ đá và thực vật, sử dụng các sợi lông dạng bàn chải trên đầu càng của chân thứ nhất và thứ hai [6].

1.1.2. Tổng quan các nghiên cứu thành phần loài tôm Atyidae trên thế giới

Họ tôm riu (Atyidae) là họ duy nhất trong liên họ Atyoidea, thuộc bộ Mười chân (Decapoda), lớp Giáp xác lớn (Malacostraca), ngành Chân khớp (Arthropoda). Họ tôm riu sống ở nước ngọt, xuất hiện ở tất cả các vùng nhiệt đới và hầu hết các vùng ôn đới [7]. Sự đa dạng của các loài tôm nước ngọt ở vùng địa sinh học châu Á, lớn

gấp ba lần so với các vùng địa sinh học khác [3]. Theo De Grave và cs. (2008) trong tổng số 359 loài thuộc họ tôm Atyidae thì có 209 loài ở châu Á chiếm 58,2%, tiếp theo là vùng châu Phi và Úc lần lượt là 59 loài (16,43%) và 55 loài (15,3%) [3].

Từ những năm giữa thế kỷ 19, họ tôm Atyidae đã được các tác giả Milne-Edward (1837) và De Haan (1849) nghiên cứu. Năm 1849, De Haan xác lập họ tôm này với các mô tả về dấu hiệu nhận biết điển hình của hai giống thuộc họ tôm này là *Caridina* và *Atya* [8].

Năm 1904, tác giả Bouvier đã liệt kê 7 giống thuộc họ tôm Atyidae bao gồm: *Atya* Leach, 1817, *Ephyra* De Haan, 1844; *Troglocaris* Dormilzer, 1853; *Atyaephyra* e Brilo Capello, 1866; *Caridina* Milne Edwards, 1887; *Linnocaridina* Calman, 1899; *Ortmannia* M. Rathbun, 1901 [9].

Năm 1919, Bourvier đã mô tả 4 loài thuộc giống *Caridina* mới bao gồm: *Caridina alphonsi*, *C. tonkinensis*, *C. cavalerii*, *C. calmani*. Tác giả đã mô tả các đặc điểm hình thái khác biệt của các giống này như chùy, càng, telson, các phần phụ sinh dục, ... [10]. Trong đó, loài *C. tonkinensis* được mô tả từ các mẫu vật ở Việt Nam.

Năm 1925, tác giả Bouvier đã xuất bản tập sách chuyên khảo đầu tiên về họ tôm Atyidae, trong đó đã đưa ra 4 giống thuộc phân họ Atyinae de Haan 1849 gồm: *Atya* với 11 loài; *Caridina* với 51 loài; *Ortmannia* với 6 loài và *Micratya* chỉ ghi nhận một loài [11].

Ở khu vực châu Á, từ những năm đầu thế kỷ 20 các tác giả De Man (1892), Kemp (1918), Bouvier (1904, 1919, 1925) đã tiến hành các nghiên cứu đầu tiên về tôm Atyidae tại Indonesia và Đông Dương. Những năm 30 của thế kỷ 20, hai tác giả Yu (1938), Shen (1948) đã tiến hành các nghiên cứu tôm Atyidae và mô tả nhiều loài mới cho Trung Quốc và khu vực Đông Bắc Á.

Năm 2004, trong cuốn Động vật chí Trung Quốc (tập 36) khu hệ tôm Atyidae được công bố có 130 loài và phân loài thuộc 7 giống tôm Atyidae với 2 phụ họ Atyinae và Caridellinae, trong đó 74 loài thuộc giống *Caridina*, 25 loài thuộc giống *Neocaridina*, 12 loài thuộc giống *Sinodina*, còn lại là các loài thuộc các giống *Typhlocaridina*, *Paracaridina* và *Manicaris* [12].

Các nghiên cứu về khu hệ tôm Atyidae của Trung Quốc tăng lên hàng năm, các nghiên cứu cũng tập trung vào vùng hang động và núi đá vôi. Năm 2018 Cai và Ng thống kê có 24 loài tôm thuộc họ Atyidae có phân bố ở vùng này [13]. Năm 2020 và 2021 các nghiên cứu tôm Atyidae sống trong hang động của Trung Quốc công bố thêm 2 loài *Caridina sinanensis* và *C. incolor* nâng tổng số loài sống trong hang động của Trung Quốc lên 26 loài. Theo Feng và cs. (2021) các loài trong hang động thường có mắt tiêu giảm [14]. *C. incolor* một loài tôm mới thuộc họ Atyidae thu từ suối ngầm

của hang Yaoshui, tỉnh Quý Châu, tây nam Trung Quốc đặc điểm mắt nhỏ, mắt suy giảm gần như mù; cơ thể và các phần phụ không màu; gai râu và đoạn bụng thứ sáu dài; trứng tương đối lớn. So với các loài hang động khác, *C. incolor* có chủy và gai râu dài, đốt bụng 6 mảnh và hình dạng độc đáo của phần phụ đực [14].

Năm 2021, Jin và cs. đã cập nhật danh sách về đa dạng loài, phân bố địa lý, các đặc điểm chính và tình trạng bị đe dọa của Atyidae ở Trung Quốc một cách có hệ thống. Kết quả cho thấy: họ tôm Atyidae ở Trung Quốc ghi nhận được 147 loài và 18 phân loài thuộc 7 giống. Trong đó, *Caridina* là giống chiếm ưu thế với 103 loài (chiếm 70% tổng số); *Neocaridina* có 21 loài (14,26%), *Sinodina* là 12 (8,16%), *Paracaridina* là 4 loài (2,72%), *Typhlocaridina* có 3 loài (2,04%), *Mancicaris* có 3 loài (2,04%), *Atyopsis* có 1 loài (0,68%). Ngoài trừ khu vực Thanh Hải - Tây Tạng, họ Atyidae phân bố rộng rãi ở sáu khu vực địa lý động vật khác của Trung Quốc, nhưng chủ yếu phân bố ở các vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới phía Nam, bao gồm 65 loài (44,22%) ở Tây Nam Trung Quốc, 63 loài (42,86%) ở Nam Trung Quốc và 51 loài (34,69%) ở miền Trung Trung Quốc. Có nhiều mức độ khác nhau về sự phát triển hình thái giữa các loài rõ ràng ở phần chủy, phần phụ đực chân bơi 1 con đực và phần phụ trong chân bơi 2 con đực [15].

Ở Nhật Bản, tác giả Kubo (1938) nghiên cứu họ tôm Atyidae đã công bố 11 loài và phân loài thuộc 4 giống gồm: *Atya*, *Paratya*, *Caridina*, *Neocaridina*. Tác giả này cũng đã xác lập giống *Neocaridina* dựa trên loài chuẩn *Caridina denticulata* de Haan, 1849 [16]. Những nghiên cứu mới đây tại quần đảo Ryukyu nằm ở phía tây nam Nhật Bản là khu vực có sự đa dạng cao về tôm Atyidae, đã ghi nhận được 23 loài thuộc 8 giống, cụ thể là *Antecaridina*, *Atyoida*, *Atyopsis*, *Caridina*, *Halocaridinides*, *Neocaridina*, *Paratya* và *Australatya* [17]. Bốn loài được cho là được du nhập vào Nhật Bản thông qua buôn bán tôm cảnh hoặc làm môi câu sống bao gồm *N. davidi*, *N. korea*, *N. palmata* và *N. aff. palmata*.

Tại Ấn Độ họ tôm Atyidae chỉ ghi nhận được một giống *Caridina* với 31 loài phân bố ở vùng đất liền và hai đảo là Andaman, Nicobar [18,19].

Trong khu vực Đông Nam Á, cũng có cá nghiên cứu về họ tôm Atyidae ở nhiều quốc gia như Philippines, Indonesia, Singapore,....

Chase (1997) đã nghiên cứu về tôm Atyidae tại Philippines từ nửa đầu thế kỷ 20. Tác giả này đã công bố 15 loài trong đó 1 loài thuộc giống *Atyoida*, 2 loài thuộc giống *Atyopsis* và 12 loài thuộc giống *Caridina* [20]. Từ bộ sưu tập tôm nước ngọt vào năm 1991 tại nhiều địa điểm khác nhau ở Quần đảo Philippines và Indonesia. Cai và Shokita (2006) đã thống kê có 41 loài cho khu hệ tôm này gồm *Caridina* 38 loài, *Atyoda* 1 loài, *Atyopsis* 2 loài. Trong đó, riêng Philippines là có 21 loài tôm thuộc họ Atyidae gồm

thuộc 4 giống: *Atyoida*, *Atyopsis*, *Antecaridina* và *Caridina* [21]. Năm 2023, Mazancourt và cs. đã ghi nhận 36 loài thuộc 8 giống cho khu hệ tôm Atyidae ở Philippines gồm: *Antecaridina*, *Halocaridinides*, *Atyoida*, *Atyopsis*, *Australatya*, *Parisia* và *Edoneus* mỗi giống 1 loài và 29 loài thuộc giống *Caridina* [22].

Tại Indonesia, những nghiên cứu về họ tôm Atyidae có từ rất sớm. De Man (1892) nghiên cứu về tôm, cua ở vùng này đã ghi nhận 11 loài thuộc các giống *Atya* (2 loài) và *Caridina* (9 loài) [23]. Năm 1978, Holthuis đã ghi nhận thêm các loài *Atya spinipes*, *A. pilipes*, *Caridina sundanella*, *C. celebensis* cho khu hệ tôm Atyidae cho Indonesia [24]. Hiện nay, Indonesia đã ghi nhận được 62 loài, chủ yếu thuộc giống *Caridina* [25].

Năm 1961, Johnson đã công bố danh sách các loài tôm Atyidae cho vùng Malaysia gồm 10 loài thuộc 2 giống: *Atyopsis* (1 loài) và *Caridina* (9 loài) [26]. Gần đây, Cai đã bổ sung thêm danh sách thành phần loài tôm Atyidae cho cả Malaysia và Singapore, theo đó khu vực này có 14 loài tôm Atyidae (13 loài thuộc giống *Caridina* và 1 loài thuộc giống *Atyopsis*) [27].

Tại Thái Lan, tác giả Macharoenboon và cs. (2023) đã công bố về loài *Caridina* đặc hữu đầu tiên (*C. panhai*) được phát hiện ở phía đông bắc Thái Lan. Nghiên cứu này cũng thống kê, khu hệ tôm Atyidae của Thái Lan đến năm 2023 có 15 loài đều thuộc giống *Caridina* bao gồm: *C. typus*, *C. laevis*, *C. Gracilirostris*, *C. sumatrensis*, *C. weberi*, *C. gracillima*, *C. brachydactyla*, *C. propinqua*, *C. macrophora*, *C. peninsularis*, *C. tonkinensis*, *C. lanceifrons*, *C. temasek*, *C. johnsoni* và *C. panhai* [28].

Năm 2011, Grave và cs. đã công bố họ tôm Atyidae trên thế giới có 4 phân họ, 42 giống, 469 loài. Trong đó, *Caridina* là giống có số lượng nhiều nhất với 290 loài chiếm hơn 61% số lượng loài, tiếp đến là giống *Neocaridina* với 25 loài, giống *Typhlatya* đứng thứ 3 với 17 loài, giống *Paratya* có 15 loài, giống *Atya* có 13 loài, giống *Troglocaris* có 13 loài và *Sinodina* có 12 loài, các giống còn lại thường có dưới 5 loài (đa số ghi nhận 1 đến 2 loài) [4]. Số lượng loài tôm Atyidae được ghi nhận tăng hàng năm, theo Mazancourt tính đến năm 2024 số lượng loài tôm Atyidae là 542 loài [5].

Như vậy, có thể thấy ở khu vực Đông Bắc Á và Trung Quốc, tôm Atyidae tập trung nhiều ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới ở phía Nam và Tây Nam Trung Quốc, riêng Trung Quốc có tổng cộng 147 loài. Ở khu vực Đông Nam Á, Indonesia đang là quốc gia có sự đa dạng nhất về thành phần loài tôm Atyidae với 62 loài. *Caridina* là giống có số lượng loài nhiều nhất trong họ tôm Atyidae (Bảng 1.1).

Bảng 1.1. Số lượng loài tôm họ Atyidae và giống *Caridina* ở một số quốc gia khu vực Châu Á

Quốc gia	Số loài trong họ Atyidae	Số loài thuộc giống <i>Caridina</i>
Trung Quốc	147	103
Ấn Độ	31	31
Thái Lan	15	15
Indonesia	62	
Singapore và Malaysia	14	13
Philippines	36	29

Trong nghiên cứu mới đây về đa dạng sinh học và bảo tồn các loài tôm di cư sông biển ở quần đảo Ấn Độ - Thái Bình Dương, tác giả de Mazancourt và cs. (2021) đã chỉ ra có sự nhầm lẫn đáng kể xung quanh cách phân loại dựa trên hình thái học của nhiều loài *Caridina* dẫn đến việc tạo ra một số phức hợp loài. Tác giả này đã chia nhóm tôm di cư sông biển đảo Ấn Độ Dương-Thái Bình Dương thành bảy phức hợp chính: (1) *Caridina nilotica* P. Roux, 1833, (2) *C. weberi* De Man, 1892, (3) *C. gracilirostrii* De Man, 1892, (4) *C. typus* H. Milne Edwards, 1837, (5) *C. serratirostris* De Man, 1892, (6) *C. brevicarpalis* De Man, 1892, và (7) *C. propinqua* De Man, 1908 [29].

Các loài tôm trong họ tôm riu Atyidae, thể hiện những mô hình địa lý sinh vật và phát sinh chủng loại hết sức thú vị và có tiềm năng trong các nghiên cứu về các quá trình phát tán và cách ly ở các quy mô địa phương, vùng và (liên) lục địa. Điều này đặc biệt đúng với các giống và loài trong nhóm *Cardina*, nhóm chiếm phần lớn các loài tôm riu [1]. Vogt, 2013 đã chỉ ra lý do quan trọng, hai chiến lược sinh sản chính có thể được tìm thấy trong nhóm này là đẻ nhiều trứng (100 - 4000) khá nhỏ (đường kính $\leq 0,5$ mm) hoặc đẻ khá ít trứng (<50) với đường kính lớn 0,7 - 1,1 mm [30]. Ấu trùng của những loài này có thể chịu được hoặc thậm chí cần nước mặn để phát triển thành cá thể trưởng thành trong nước ngọt, bởi vậy chúng thể hiện sự di cư hai chiều (amphidromy) [31]. Những loài này được tìm thấy trong các thủy vực gần biển, thậm chí ở sâu trong đất liền ở một số hệ thống sông. Nhiều loài có phân bố rộng rãi khắp Đông Nam Á hoặc thậm chí toàn bộ khu vực Thái Bình Dương (ví dụ, *C. typus* Milne Edwards, 1837 với một phạm vi phân bố từ Đông Phi tới Polynesia). Ngược lại, những loài có trứng lớn bị giới hạn trong nước ngọt trong suốt chu kỳ sống của chúng và có giai đoạn phát triển ấu trùng rút ngắn lại. Tất cả các loài này là đặc hữu trong những vùng địa lý tương đối nhỏ. Ví dụ ở Sulawesi, Indonesia, nhiều loài bị giới hạn trong những hồ hoặc các hệ thống sông đơn lẻ [32,33]. Đây được gọi là phương thức sống khép kín trong đất liền (land-locked mode of living) của nhóm

Caridina. Khả năng phát tán thấp của chúng đã dẫn đến hình thành loài tiếp theo và kết quả là hình thành những nhánh nhiều loài của các loài này [1]. Các loài ở trong đất liền đặc biệt phù hợp để xem xét ảnh hưởng của các sự kiện cách li trên các khu vực phân bố liên tục như lục địa Đông Nam Á và thềm lục địa Châu Âu, trong khi đó, những loài đi ra biển có thể đem đến cái nhìn sâu sắc về những thay đổi của sự kết nối đại dương [34,35].

Về sự phân tán các loài tôm riu ở các quy mô địa lý, theo Bauer (2013) tôm riu Atyidae và Palaemonidae di cư sông biển có khả năng sinh sản cao và trứng tương đối nhỏ, với giai đoạn ấu trùng kéo dài theo suy đoán tạo điều kiện cho sự phân tán ở nhiều quy mô địa lý [36,37]. Kích thước trứng thường là chỉ dẫn tốt cho các loài tôm riu di cư sông biển. Trứng nhỏ chỉ dẫn rằng loài phát triển qua một số giai đoạn ấu trùng trôi nổi thường trong nước mặn. Những loài trứng lớn, số lượng trứng ít, giai đoạn ấu trùng ngắn, khả năng chịu mặn thấp có khả năng phân tán thấp hơn và thường là những loài sống trong đất liền. Sự phát triển trực tiếp, hạn chế sự phân tán của các loài này, thể hiện chúng là các loài đặc hữu [38]. Một số loài có trứng nhỏ vẫn là loài đặc hữu như *C. longicarus* và *C. meridionalis* đều là đặc hữu của vùng New Caledonia hay *C. futunensis* đặc hữu của đảo Futuna. Điều này có thể là do các điều kiện cụ thể hạn chế sự phát tán của ấu trùng biển, các dòng hải lưu hoặc các rào cản như san hô khép kín có thể ngăn chặn sự phát tán đến các đảo lân cận ngay cả khi ấu trùng có khả năng sống sót trong điều kiện đại dương. Do đó, có thể có các kiểu phát triển ấu trùng khác nhau xảy ra trong một nhóm loài. Ngoài ra, trong một số trường hợp như ở *C. meridionalis* hoặc *C. gracilipes*, kích thước trứng khác nhau trong một loài, tùy thuộc vào môi trường sống loài ở thượng nguồn có trứng lớn hơn và loài gần cửa sông có trứng nhỏ hơn [29].

Trong nghiên cứu mô tả loài mới *Caridina clandestina* ở thượng nguồn lưu vực sông Lariang tại Thung lũng Napu ở Trung Sulawesi, Indonesia, của tác giả Klotz và cs. (2023), cho thấy về mặt hình thái loài này khác biệt ở hình dạng ngón trên cẳng thứ nhất và thứ hai liên quan đến các chiến lược kiếm ăn khác nhau (cạo và kiếm ăn bằng lọc) nhưng không liên quan đến giới tính hay tuổi tác. Về mặt hình thái, loài mới này tương tự như *C. longidigita* và nhóm loài *C. pareparentis*. Tuy nhiên, dựa vào hình thái của ngón cũng như hình thái của các bộ phận sinh dục đực và phân biệt loài mới với tất cả các loài cùng họ đã biết [39].

Qua các phân tích trên có thể thấy trong nghiên cứu về phân loại học tôm thuộc họ Atyidae ngoài các chỉ tiêu về hình thái, thì các đặc điểm về số lượng, kích thước trứng, cơ quan sinh dục phụ của con đực cũng là các đặc điểm quan trọng được sử dụng để phân loại.

1.1.3. Tổng quan các nghiên cứu phân loại tôm Atyidae trên thế giới dựa trên phân tích sinh học phân tử

Hiện nay, để xác định đa dạng sinh học và biến động di truyền của sinh vật, ADN ty thể được ưu tiên sử dụng làm chỉ thị phân tử hơn ADN nhân. Điều này do ADN ty thể có nhiều ưu điểm vượt trội như: vùng mã hóa lớn, không tái tổ hợp, di truyền theo dòng mẹ, cho kết quả nhanh và chính xác, việc thu mẫu không gây hại tới động vật, và số lượng bản sao lớn [40]. Trong hệ gen ty thể, các đoạn trình tự gen 16S rRNA và COI (Cytochrome oxidase subunit I) thường được sử dụng hỗ trợ trong nghiên cứu về đa dạng sinh học, phân loại học, quan hệ di truyền của các loài động vật không xương sống.

Vùng gen 16S ty thể có số lượng nucleotide vào khoảng 1500 cặp, chứa cả vùng bảo tồn và vùng biến đổi do đó gen 16S được lựa chọn trong việc xác định loài và đánh giá mức độ đặc trưng cho loài. Do có những đặc điểm riêng hình thành trong suốt quá trình tiến hóa nên các vùng gen 16S được dùng để giải trình tự giúp cho việc phân loại, xác định mối quan hệ giữa các loài và đánh giá đa dạng di truyền [41].

Đối với họ tôm riu Atyidae, số lượng trình tự 16S được nghiên cứu rất chi tiết và nhiều trình tự của các loài đã được giải mã, công bố trên ngân hàng gen.

Bắt đầu từ những năm 2000, với sự phát triển của công nghệ sinh học, những nghiên cứu về sinh học phân tử đã được áp dụng vào trong nghiên cứu phân loại học (bao gồm phát hiện các loài ẩn và loài ngoại lai), phát sinh chủng loại, tiến hóa và địa lý phân bố tôm nước ngọt [42]. Việc nghiên cứu phân loại học tích hợp dựa trên việc kết hợp các dữ liệu về hình thái, phân tử, sinh học, sinh thái đã giúp phát hiện thêm nhiều loài mới, tu chỉnh lại phân loại học cho nhiều loài, giống. Đồng thời, các nghiên cứu về phát sinh chủng loại, tiến hóa, địa lý sinh vật cũng đang được cũng đang được triển khai mạnh mẽ để hiểu rõ hơn về họ tôm Atyidae.

Khi xem lại phân loại học của một nhóm các loài tôm riu, hầu như các tác giả đều phát hiện ra các loài bỏ sung [27,43], và nhiều loài được coi như là synonym [44]. Bên cạnh đó, đối với hầu hết các loài, số liệu về phân bố là rất ít, không đầy đủ và thường không đưa ra được dẫn liệu đáng tin cậy về phạm vi phân bố của loài. Ngoài việc thiếu dữ liệu ở cấp độ loài, phân loại ở cấp độ cao hơn của tôm Atyidae cũng chưa được ổn định. Các nghiên cứu gần đây cho thấy sự khác biệt lớn về dữ liệu phát sinh chủng loại phân tử và các phân họ truyền thống [1], và điều này cũng đúng ở cấp độ giống [34]. Ví dụ, nhóm *Caridina* hiện tại là một tập hợp cận ngành (paraphyly) với nhiều giống là đa ngành (polyphyly) [1]. Tuy nhiên, một số nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng cách tiếp cận phân loại tích hợp kết hợp dữ liệu phân tử và hình thái học cũng như các tính trạng hành vi hoặc sinh thái khác sẽ đưa đến các kết quả chắc chắn

và đáng tin cậy cả ở cấp độ loài và cao hơn [35, 45]. Đối với một số đơn vị phân loại đặc biệt được nghiên cứu nhiều về bức xạ thích ứng (adaptive radiation) ở các hồ cổ của Sulawesi, đã chứng minh thấy một sự biệt hóa cao về sinh thái [46], trong khi đó tất cả các đơn vị phân loại khác ở Đông Nam Á còn thiếu dữ liệu này.

Từ những mẫu thu giai đoạn 2014 - 2017 tại Quần đảo Solomon tây nam Thái Bình Dương, tác giả Mazancourt (2020) sử dụng phân loại tổng hợp kết hợp giữa dữ liệu hình thái và sinh học phân tử đã xác định được 24 loài, trong đó có 11 loài mới cho khoa học, được mô tả hoặc mô tả lại, minh họa và thảo luận liên quan đến môi trường sống và sự phân bố của chúng. Tác giả mô tả thêm 11 loài mới thuộc giống *Caridina* gồm *Caridina barakoma* sp. nov., *C. choiseul* sp. nov., *C. intermedia* sp. nov., *C. maeana* sp. nov., *C. nana* sp. nov., *C. piokerai* sp. nov., *C. pisuku* sp. nov., *C. paratypus* sp. nov., *C. poarae* sp. nov., *C. sikipozo* sp. nov. và *C. turipi* sp. nov. Loài *C. gueryi* Marquet, Keith & Kalfatak, 2009 được xác nhận lại là một loài khác biệt với *C. buehleri* Roux, 1934 [47].

Dựa trên phân tích gen ty thể 16S rRNA và hình thái, von Rintelen & Cai (2009) đã phát hiện thêm 8 loài mới ở hai hồ cổ Poso và Malili ở Sulawesi [32]. Nghiên cứu này đã giúp tăng số lượng loài tôm Atyidae được ghi nhận ở vùng này lên gấp hai lần so với các công bố trước đây.

Công trình nghiên cứu của von Rintelen và cs. (2012) sử dụng 3 vùng gen, trong đó có 1 gen ty thể (16S), và 2 gen nhân (28S và Histone 3) để nghiên cứu mối quan hệ tiến hóa của 32 giống trên tổng số 42 giống của họ Atyidae. Nghiên cứu này đã cho thấy rằng cấu trúc phân loại dựa trên hình thái đã được xác định của Atyidae cần được sửa đổi ở tất cả các mức phân loại [1].

Nghiên cứu của Bernardes và cs. (2017) sử dụng 2 gen ty thể (16S và COI) và 3 gen nhân (Ct33, Ct51, 28S) để nghiên cứu lịch sử tiến hóa và địa lý phát sinh của loài *C. typus*, một trong bốn loài có phân bố rộng của giống *Caridina*. Nghiên cứu này đã xác định được ba dòng riêng biệt và mỗi dòng này đại diện cho một loài ẩn riêng biệt. Điều này mâu thuẫn với việc phân định hình thái học hiện tại chỉ xác định một loài *C. typus* duy nhất [48].

Gần đây, tôm Atyidae còn được nghiên cứu sâu hơn về các quá trình biệt hoá di truyền, khác biệt trong và ngoài quần thể [49]. Nghiên cứu này đã cho thấy, giữa các dòng suối khác nhau có sự phân biệt về đa dạng di truyền loài tôm *Caridina cantonensis* rất cao và trong mỗi dòng suối đều có kiểu gen đơn bội (Haplotype) riêng của nó, cho dù một số dòng suối chỉ cách nhau vài km, điều này cho thấy dòng gen rất hạn chế giữa các suối. Sự đa dạng di truyền cao của các loài này trong khoảng

cách ngăn có ý nghĩa bảo tồn đáng kể vì một lượng lớn đa dạng sinh học có thể đã bị mất do sự phát triển trong quá khứ.

Để đánh giá các phương pháp phân loại khác nhau Page và cs. (2005) phân loại tích hợp giữa sinh học phân tử và hình thái một phức hợp tôm nước ngọt thuộc giống *Caridina*. Trong nghiên cứu đã sử dụng các đoạn gen 16S để phân loại phân tử và phân tích hình thái và phát triển các khóa phân loại để bổ sung cho phân loại phân tử. Kết quả cho thấy rằng mặc dù có những lập luận ủng hộ phân loại phân tử hoặc hình thái, nhưng cả hai đều liên kết không thể tách rời trong nghiên cứu phân loại dương [35]. Mazancourt và cs. (2021) cũng chỉ ra rằng cần phải sử dụng phân loại tích hợp trong việc tìm hiểu sự đa dạng của các loài thuộc giống *Caridina* do phân loại hình thái có thể gộp nhiều loài vào thành 1 loài do đó cần phân loại tích hợp.

Qua các phân tích trên có thể thấy việc cần thiết của tích hợp phân loại hình thái và sinh học phân tử. Phân loại tích hợp giúp phát hiện nhiều loài mới và tu chỉnh phân loại cho nhiều loài.

Nghiên cứu dữ liệu phát sinh gen phân tử của các mẫu vật Nhật Bản thuộc nhóm *C. weberi* dựa trên gen 16S ty thể tác giả Hiroto Nagai và cs. (2022) đã đề xuất nếu sự phân kỳ ước tính nhóm loài *C. weberi* vượt quá 3% đối với gen 16S rRNA, thì đó có thể là một biến thể giữa các loài [50].

Nghiên cứu hệ thống hóa các giống tôm *Atya* (Decapoda, Atyidae) dựa trên đa gen của Oliveira và cs. (2021) cho thấy: Khoảng cách di truyền giữa 2 loài *Atya innocous sensu stricto* và *A. tenella* ở gen 16S là 1,9 - 2,6% cao hơn so với khoảng cách trong loài là 0 - 0,6% và khoảng cách giữa các loài là 0,6 - 9,3%. Loài *Atya scabra* khác biệt với *A. margaritacea* từ 0,8 - 1,3% [51].

Các nghiên cứu mới đây về loài *Caridina longicarpus* Roux, 1926 được thu thập gần đây từ New Caledonia cho thấy sau khi phân tích mtDNA 16S cho thấy các mẫu ban đầu được xác định là *C. longicarpus* được phân bố thành hai nhánh có cấu trúc địa lý. Các mẫu được giải trình tự được phân bố thành hai nhánh được phân tách rõ ràng (khoảng cách p giữa các nhánh tối thiểu: 2,3%) [38].

Nghiên cứu của Werner Klotz và cs. (2023) công bố loài mới *Caridina clandestina* cho Indonesia. Loài mới này ngoài một số đặc điểm về hình thái ở phần càng chân bơi thứ nhất khác biệt với *C. pareparensis*, về mặt di truyền 2 loài này có khoảng cách di truyền ở gen 16S là 3,8% [39].

Thời gian phân kỳ là thời gian đến tổ tiên chung gần đây nhất của các loài. Thông qua sinh học phân tử, có thể tính toán thời gian phân kỳ của các loài, đối với gen 16S tỷ lệ phân kỳ từ 0,65% [52] đến 0,9% [53] cho mỗi 1 triệu năm. Shih

và Cai, đã nghiên cứu về hai loài tôm sống trong đất liền là *Neocaridina saccam* và *N. ketagalan* (Decapoda: Caridea: Atyidae), lần lượt được mô tả ở Đài Nam, tây nam Đài Loan và Đài Bắc, phía bắc Đài Loan. Dựa trên bằng chứng về hình thái đã tách biệt hai loài này, phân tích gen 16S, cho thấy sự khác biệt trong cùng loài là 0 - 1,29%, giữa các loài là 0 - 3,8%. Nếu chấp nhận giả định tỷ lệ 0,88% sự khác biệt về gen 16S cho mỗi 1 triệu năm (giống như nghiên cứu trên *Sesarma*) thì có thể tính được hai loài *N. saccam* và *N. Ketagalan* tách nhau được $2,6 \pm 0,7$ triệu năm [54].

Như vậy, phần lớn các nghiên cứu về di truyền của các loài tôm riu họ Atyidae đều sử dụng trình tự đoạn gen ty thể 16S rRNA. Các nghiên cứu cho thấy, khoảng cách di truyền giữa các loài là rất thấp, khoảng cách để tách biệt các loài có thể nhỏ hơn 3%. Việc phân loại học của nhóm tôm này cần một cách tiếp cận tích hợp, bao gồm phân tích hình thái, sinh học phân tử và các đặc điểm sinh thái, địa lý phân bố,... để gia tăng mức độ tin cậy.

1.1.4. Tổng quan các nghiên cứu phân hạng bảo tồn và cơ sở cho bảo tồn tôm Atyidae trên thế giới

1.1.4.1. Nghiên cứu về phân hạng bảo tồn Atyidae trên thế giới

Feng và cs. (2021) đã đưa ra các đề xuất bảo tồn với loài *Caridina incolor* sp có phạm vi sống hạn chế trong hang động, đó là: thu thập thêm nhiều dữ liệu cơ sở như số lượng quần thể chính xác, cơ cấu, tỷ lệ sinh và tỷ lệ chết; giám sát thường xuyên để đảm bảo quần thể được duy trì khi đối mặt với những xáo trộn do con người gây ra; cần phát triển một chương trình sinh sản nhân tạo các loài này. Ngoài ra, khuyến khích các dự án không xâm lấn và không phá hủy, chẳng hạn như du lịch sinh thái. Đề xuất bảo tồn cuối cùng là kêu gọi người dân địa phương giảm việc sử dụng thuốc trừ sâu, thuốc diệt cỏ và phân bón nông nghiệp để giúp giảm lượng hóa chất độc hại ngấm vào nước ngầm [14].

Nghiên cứu của Jin và cs. năm 2021 về tình trạng bảo tồn của các loài tôm riu thuộc họ Atyidae của Trung Quốc cho thấy: trong số 147 loài tôm thì có 95 loài (64,63%) thiếu dữ liệu hoặc chưa được đánh giá; số lượng loài ít quan tâm là 24 loài (16,33%); có 4 loài 2,72% đang bị đe dọa ở mức gần bị đe dọa; có 18 loài (12,25%) được xếp vào loại sẽ nguy cấp; có 2 loài (1,36%) thuộc mức nguy cấp; có 4 loài (2,72%) thuộc loài cực kỳ nguy cấp. Nghiên cứu này cũng nhận định rằng các loài tôm thuộc họ Atyidae là nguồn động vật cảnh độc đáo, ngoài ra tôm họ tôm này ngày càng nhận được nhiều sự quan tâm từ các khía cạnh khoa học công nghệ, bảo vệ môi trường. Các hoạt động kinh tế của con người ngày càng tăng đã làm môi trường tự nhiên bị ô nhiễm nghiêm trọng, hiện nay rất khó tìm thấy dấu vết của loài tôm Atyidae ở vùng đồng bằng

hoặc khu vực đông dân cư. Vì vậy, để bảo vệ họ tôm Atyidae cần tăng cường điều tra tài nguyên, nghiên cứu sinh thái [15].

Các nghiên cứu từ trước tới nay đã cho thấy mức độ đa dạng và đặc hữu cao của tôm Atyidae. Nhiều loài trong nhóm này đang đối mặt với nguy cơ tuyệt chủng [32] [55]. Đặc biệt, nhiều loài chỉ phân bố ở một con suối (*Caridina apodosis*), một hồ (*Caridina yilong*, *Sinodina acutipoda*) hay một hang động duy nhất (*Atya brachyrhinus*), và đây cũng là nguyên nhân chính dẫn đến các loài này được đánh giá ở mức Cực kỳ nguy cấp và có khả năng tuyệt chủng rất cao [55]. Trong hai họ tôm nước ngọt chủ yếu, Atyidae có mức độ đe dọa tuyệt chủng cao hơn (37%) so với Palaemonidae (14,8%). Xét theo khu vực, vùng Đông Phương là khu vực có mức độ đa dạng loài cao nhất và đồng thời cũng có số lượng loài bị đe dọa tuyệt chủng nhiều nhất [55].

Các loại mối đe dọa có điểm số tác động đe dọa trung bình cao nhất là biến đổi khí hậu, các loài xâm lấn và phát triển khu dân cư và thương mại. Trong số này, các loài xâm lấn ảnh hưởng với tỷ lệ cao nhất đến các loài tôm bị đe dọa và gần bị đe dọa (29%), và có khả năng khiến 88,9% số loài này bị suy giảm rất nhanh hoặc nhanh (mức độ nghiêm trọng cao thứ hai trong số các mối đe dọa). Biến đổi khí hậu làm hạn hán kéo dài, mực nước ngầm hạ thấp làm đe dọa đến sự tồn tại của một số loài tôm Atyidae sống trong hang động [2].

De Mazancourt và Rvaux (2024) ước tính về tỷ lệ phần trăm của các loài Atyidae di cư sông biển bị đe dọa dựa theo công thức tính: số loài tuyệt chủng, cực kỳ nguy cấp, có nguy cơ tuyệt chủng chia cho tổng số loài (121 loài) trừ loài thiếu dữ liệu và không liệt kê là 15% [5].

Qua tổng hợp trên có thể thấy hiện nay có ít các nghiên cứu phân hạng bảo tồn cho tôm Atyidae, có thể do loài tôm này chưa thực sự được quan tâm, cần có thêm các nghiên cứu để đánh giá tình trạng bảo tồn họ tôm này.

1.1.4.2. Nghiên cứu bảo tồn tôm Atyidae trên thế giới

Để việc nghiên cứu bảo tồn thành công, việc tiến hành các nghiên cứu khoa học về sinh học và sinh thái là cần thiết. Từ các nghiên cứu này sẽ biết về các nguy cơ dẫn đến sự suy giảm hay biến mất của một loài đồng thời xác định các ưu tiên cho các hành động quản lý bảo tồn. De Mazancourt và Rvaux (2024) cho rằng việc áp dụng sinh học thực nghiệm là điều cần thiết để làm rõ hơn các kiến thức về sinh lý học, sinh thái và đây cũng sẽ là một phần của phương pháp bảo tồn do góp phần đánh giá nguyên nhân của các vấn đề bảo tồn cũng như việc áp dụng và hiệu quả của các hành động thích hợp [5, 56].

Việc điều tra toàn bộ vòng đời có thể cung cấp thông tin có giá trị như xác định các yếu tố môi trường quan trọng có thể ảnh hưởng đến các đặc điểm sống như số lượng con cái ôm trứng, kích thước trứng và khả năng sống sót, giai đoạn phát triển khi nở, số lượng và thời gian của các giai đoạn ấu trùng. Việc phát triển các nghiên cứu thực nghiệm về sinh sản và phát triển của tôm riu sẽ cung cấp thông tin có giá trị về khả năng thích nghi và phục hồi của các giai đoạn khác nhau đối với các điều kiện môi trường khác nhau, giúp dự đoán tác động của những thay đổi trong môi trường sống tự nhiên của chúng, cũng như xem xét tái du nhập hoặc di chuyển các loài vì mục đích bảo tồn. Mục tiêu cuối cùng với các loài có khả năng thương mại là chuyển giao kiến thức và kỹ thuật này từ nuôi trong phòng thí nghiệm sang quy mô sản xuất lớn hơn, vì nuôi trồng thủy sản cung cấp giải pháp thay thế cho việc thu hoạch tại địa phương và khai thác quá mức các quần thể tự nhiên [5].

Hiện nay, các nghiên cứu bảo tồn loài tôm Atyidae ít, chỉ có một số ít nghiên cứu về sinh thái học và sinh học sinh sản có thể làm tiền đề nghiên cứu bảo tồn sau này. Có thể kể đến nghiên cứu của Soomro và cs. (2011) về sinh học sinh sản của *Caridina typus* và *C. sakishimensis* đã được nghiên cứu ở sáu dòng suối đầu nguồn ở đảo Kikai-jima, miền Nam Nhật Bản. Mùa sinh sản của *C. sakishimensis* ước tính kéo dài từ tháng 3 đến tháng 11, trong khi mùa sinh sản của *C. typus* kéo dài từ tháng 3 đến tháng 12. Cả *C. sakishimensis* và *C. typus* đều mang một số lượng lớn trứng có kích thước nhỏ. Nghiên cứu này cho thấy mùa sinh sản, kích thước trứng và kích thước tôm bố mẹ ở cả hai loài đều giống nhau [30].

Theo công trình nghiên cứu về tôm Atyidae của Yam và Dugeon (2006) ở Hồng Kông thì *Caridina* spp. có tuổi đời từ 17 - 22 tháng, chúng thường mất từ 3 - 8 tháng để đạt tới độ thành thực sinh dục và có thể sống sót tới 17 tháng sau khi tham gia sinh sản. Chúng chỉ sinh sản vào một mùa sinh sản duy nhất trong đời là mùa mưa khi nhiệt độ ở trên 20°C. Trứng của con cái ở những mùa không phải là mùa sinh sản là những trứng không phát triển. Sự xuất hiện của nhiều quần thể con non trong cả năm là do *Caridina* spp. có thể đẻ 2 mẻ trứng, mỗi mẻ có thể lên tới 50 trứng trong mùa sinh sản của nó. Nói chung số mẻ trứng nhiều hay ít phụ thuộc vào sự thành thực sớm hay muộn và vòng đời dài hay ngắn. Giai đoạn phát triển từ phôi đến ấu trùng khoảng một tháng [57].

So với một số nhóm động vật không xương sống ở nước như ốc, trai hến, tôm Atyidae nhạy cảm hơn với môi trường sống bị ô nhiễm. Theo nghiên cứu của Shaw (1981), tôm Atyidae có tính chịu đựng cao với độ mặn và pH (giảm tới 6) nhưng rất nhạy cảm với nồng độ ammonia/ammonium và kim loại nặng [58].

Soomro và cs. (2013) có nghiên cứu về môi trường sống của của hai loài tôm Atyidae là *Caridina sakishimensis* và *C. typus* được nghiên cứu dọc theo dòng suối, ở 6 sinh cảnh: thềm đá, cây rù ven bờ, bờ, rong, cát sỏi và đá cuội, đất trống. Kết quả cho thấy *Caridina typus* xuất hiện ở cả 6 sinh cảnh nhưng tập trung nhiều nhất ở cây ven bờ; *C. sakishimensis* chỉ tìm thấy chủ yếu ở thềm đá. Tất cả các giai đoạn của *C. typus* đều được tìm thấy ở thực vật ven bờ. Ngược lại, các cá thể trưởng thành, con cái khỏe mạnh của *C. sakishimensis* được tìm thấy gắn liền với thềm đá và các con non chỉ được tìm thấy ở thực vật [59].

Nghiên cứu của Kevan và Pearson (1993) về ảnh hưởng của thuốc diệt cỏ đối với tôm *Caridina nilotica* cho thấy: phơi nhiễm thuốc diệt cỏ trong 2 giờ với nồng độ > 213,4 mg/L gây độc cấp tính đối với tôm nước ngọt nhiệt đới *C. nilotica* [60]. Thí nghiệm của Mensah và cs. (2011) cũng nghiên cứu về ảnh hưởng của thuốc diệt cỏ lên *C. nilotica* ở 3 giai đoạn ấu trùng tôm (< 7 ngày sau khi nở), tôm con giai đoạn (7 - 20 ngày) và tôm trưởng thành (> 40 ngày) với các nồng độ thuốc diệt cỏ khác nhau. Kết quả cho thấy nồng độ thuốc diệt cỏ Roundup thấp có thể ảnh hưởng xấu đến sức khỏe, khả năng sống sót của *C. nilotica* ở cả ba giai đoạn sống. Ấu trùng của *C. nilotica* được phát hiện là nhạy cảm nhất với LC50 trung bình 96 giờ là 2,5 mg/L. Nghiên cứu này cũng cho rằng thuốc diệt cỏ cần được quản lý cẩn thận để giảm thiểu mọi tác động tiêu cực đến các sinh vật nước ngọt [61].

1.2. Tổng quan nghiên cứu về họ tôm Atyidae ở Việt Nam

Giai đoạn trước năm 1945, ở Việt Nam có một số công trình nghiên cứu về tôm riu Atyidae của Bouvier (1904, 1919, 1925) công bố các loài *C. weberi sumatrensis* (Bouvier, 1904) [9], *C. nilotica typica* (Bouvier, 1925) và một loài mới *C. tonkinensis* [10]. Loài *C. weberi sumatrensis* được tìm thấy ở Nam Bộ, *C. tonkinensis* Bouvier, 1919 được tác giả mô tả ở miền Bắc Việt Nam [9 - 11].

Nghiên cứu có hệ thống về họ tôm Atyidae ở Việt Nam bắt đầu từ những năm 1960 trong quá trình điều tra cơ bản về hệ động vật từ các vùng nước nội địa [62 - 64]. Tới năm 1980, dựa vào các kết quả điều tra cơ bản này, tác giả Đặng Ngọc Thanh và cs. đã công bố thành phần loài cơ bản của Atyidae ở miền Bắc Việt Nam có 8 loài thuộc giống *Caridina* gồm: *C. serrata serrata* Stimpson, 1860; *C. tonkinensis* Bouvier, 1919; *C. cantonensis* Yu, 1938; *C. vietnamensis* Dang, 1975 (tên trước đó là: *C. denticulata vietnamensis* Dang, 1967); *C. acuticaudata* Dang, 1975; *C. flavilineata* Dang, 1975; *C. subnilotica* Dang, 1975; *C. serrata cucphuongensis* Dang, 1980 [64].

Năm 1999, Cai và cs. công bố 1 loài mới *Caridina clinata* Cai, Quynh & Ng, 1999 thu được ở Cúc Phương. Nghiên cứu này cũng chỉ ra sự khác biệt của loài *C. clinatata* với *C. flavilineata* [65]. Cũng trong năm 1999, Nguyễn Văn Xuân ghi nhận thêm hai loài thuộc họ Atyidae cho Việt Nam là *C. propinqua* De Man, 1908 và *C. gracilirostris* De Man, 1892 [66].

Năm 2002, Li và Liang mô tả hai loài mới là *C. nguyenii* và *C. caobangensis* được thu thập ở Pác Bó, Hà Quảng, tỉnh Cao Bằng, gần biên giới với Trung Quốc. Trong đó *C. nguyenii* được phân biệt với *C. serratirostris* bởi các đặc điểm ở ngón của càng 1, số lượng tơ gai ở ngón chân bò 3,5 và chân bơi 1 con đực. *C. caobangensis* cũng được phân biệt với *C. cucphuongensis* ở số lượng răng chùy và tơ tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi, càng, chân bò 5 và vảy râu. Cũng trong nghiên cứu này, Li và Liang đã đưa ra một số bàn luận về phân loại tôm Atyidae của miền Bắc Việt Nam. Trong đó, *C. flavilineata* Dang, 1975 được coi là synonym của *C. lanceifrons* Yu, 1936, do có đặc điểm về chiều dài chùy, kiểu răng, tỷ lệ các đốt chân, hình dạng đường kính trứng giống nhau; loài *C. acuticauda* Dang, 1975 là synonym với *C. longirostris* H. Milne-Edwards, 1837; loài *C. subnilotica* Dang, 1975 là synonym của *C. nilotica macrophora* Kemp, 1918 và *C. vietnamensis* Dang, 1975 là synonym của *Neocaridina palmata palmata* (Shen, 1948) [67].

Năm 2007, tác giả Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tú đã công bố 4 loài mới thuộc giống *Caridina* là *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. uminensis*, *C. vietriensis*. Trong đó các tác giả có nhận xét, loài *Caridina pseudoserrata* chính là *C. serrata serrata* Stimpson, 1860 được tác giả Đặng Ngọc Thanh mô tả năm 1980 coi như phân loài của loài chủ *C. serrata* tuy nhiên qua phân tích của nhóm tác giả coi đây là loài mới. Loài mới *C. rubropunctata* cũng được tác giả so sánh thấy có sự khác biệt với các loài *C. serrata*, *C. pseudoserrata* và *C. nguyenii*. Loài *C. uminensis* được tìm thấy ở rừng U Minh, loài này cũng được so sánh và thấy có sự khác biệt so với *C. tonkinensis*. Loài *C. vietriensis* được các tác giả so sánh với *C. flavilineata* Dang, loài phổ biến ở bắc Việt Nam, thì có sự sai khác ở cấu tạo chùy, nhánh trong chân bơi I con đực và ở màu sắc thân. So với *C. cantonensis* Yu, hình dáng chùy, số răng trên chùy, stylocerit [68]

Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tú (2008) có tổng hợp những dẫn liệu đã có về thành phần loài tôm Atyidae ở một số vùng lãnh thổ trong khu vực Đông Nam Á và Việt Nam. Các tác giả đã phân tích về phân loại học của một số loài thuộc họ Atyidae và nhận định các loài *C. subnilotica*, *C. acuticauda*, *C. vietnamensis* và *C. flavilineata* là loài chưa biết đến ở lưu vực sông Hồng [69].

Năm 2010, hai tác giả Đỗ Văn Tú và Đặng Ngọc Thanh đã công bố 2 loài mới được tìm thấy ở đèo Hải Vân là *C. haivanensis* và *C. pseudoflavilineata*. Các tác giả đã nhận xét rằng *C. haivanensis* khác với các loài *Caridina* đã biết ở hình dáng chủ, số lượng răng chủ, nhánh trong chân bơi 1 con đực và kích thước trứng lớn. Tác giả cũng kiến nghị về biến dị hình thái của loài *C. haivanensis* giữa 2 quần thể ở 2 bên sườn đèo, cần được nghiên cứu sâu hơn. Tác giả chỉ ra sự khác biệt giữa loài *C. pseudoflavilineata* và *C. flavilineata* ở chỗ *C. pseudoflavilineata* không có màu sắc đặc trưng của loài *C. flavilineata*, ở chủ, nhánh trong chân bơi 1 con đực, kích thước trứng và tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi [70].

Hai tác giả Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) đã tập hợp các công trình nghiên cứu từ trước cho tới nay tại Việt Nam công bố 20 loài tôm thuộc họ Atyidae, trong sách chuyên khảo “Tôm cua nước ngọt Việt Nam (Palaemonidae, Atyidae, Parathelphusidae, Potamidae)”. Các loài bao gồm: *Caridina weberi* De Man, 1892; *C. flavilineata* Dang, 1975; *C. pseudoflavilineata* Do & Dang, 2010; *C. vietriensis* Dang & Do, 2007; 1892; *C. acuticaudata* Dang, 1975; *C. subnilotica* Dang, 1975; *C. cantonensis* Yu, 1938; *C. cucphuongensis* Dang, 1980; *C. clinata* Cai, Quynh & Ng, 1999; *C. caobangensis* Li & Liang, 2002; *C. nguyeni* Li & Liang, 2002; *C. pseudoserrata* Dang & Do, 2007; *C. rubropunctata* Dang & Do, 2007; *C. haivanensis* Do & Dang, 2010; *C. tonkinensis* Bouvier, 1919; *C. propinqua* De Man, 1908; *C. uminensis* Dang & Do, 2007, *Neocaridina palmata palmata* Shen, 1948; *Atyopsis moluccensis* De Haan, 1849 [71].

Đáng chú ý, năm 2020, 2021 Do và cs. đã công bố bốn loài tôm nước ngọt mới thuộc họ Atyidae, *C. tricincta* từ tỉnh Tuyên Quang, Hà Giang, *C. pacbo* từ tỉnh Cao Bằng, loài *C. thachlam* từ hai hang động của VQG Cúc Phương và loài *C. namdat* từ các hang động của Bắc Kạn. Các nghiên cứu này đã tích hợp phân tích phát sinh loài dựa trên trình tự hai đoạn gen ty thể COI và 16S rRNA [72, 73]. Các nghiên cứu này cho thấy đây là các loài mới, trong đó sự khác biệt di truyền gen 16S trong loài là từ 0-0,4%, sự khác biệt với các loài khác là từ 4,1% [72]. Nghiên cứu này lần đầu tiên sử dụng phân loại tích hợp trong định loài tôm Atyidae ở Việt Nam.

Tổng hợp các nghiên cứu trước khi NCS tiến hành thực hiện luận án cho thấy khu hệ tôm Atyidae của Việt Nam có 26 loài, bao gồm: 2 loài trong nghiên cứu của Bouvier năm 1904, 1925 là *C. weberi sumatrensis* và *C. nilotica typica*; một loài *C. gracilirostris* De Man, 1892 trong công bố của Nguyễn Văn Xuân; 19 loài trong công bố của Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải năm 2012, và 02 loài mới mô tả năm 2020 - 2021 của Do và cs.

Như vậy, ở Việt Nam hiện tại mới có các nghiên cứu về đa dạng thành phần loài tôm Atyidae. Chưa có các nghiên cứu chuyên sâu về bảo tồn cũng như phân hạng bảo tồn, các đặc điểm sinh học, sinh thái học, phạm vi phân bố, kích thước quần thể, các tác động môi trường đối với nhóm sinh vật này. Vì vậy, việc tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu liên quan đến các đặc điểm sinh học, sinh thái học và các nghiên cứu bảo tồn các loài thuộc họ tôm Atyidae tại Việt Nam là cần thiết.

1.3. Khái quát về thủy vực nước ngọt Việt Nam

1.3.1. Vị trí địa lý và địa hình

Việt Nam có lãnh thổ dài hơn 1.650 km từ vĩ độ 23°22' đến 8°27', diện tích hơn 330.991 km², phía Bắc giáp Trung Quốc, phía Tây giáp Lào và Campuchia, phía Đông, phía Nam và phía Tây Nam giáp biển [74].

Địa hình Việt Nam có 3 kiểu địa hình cảnh quan chính là: núi đồi, đồng bằng châu thổ và đất ven biển. Các kiểu địa hình cảnh quan này có đặc điểm riêng ở mỗi miền Bắc, miền Trung và miền Nam [75].

Miền Bắc Việt Nam địa hình cảnh quan chủ yếu là đồi núi, vùng đất ven biển và đồng bằng chỉ chiếm khoảng 30% diện tích.

Địa hình đồi núi miền Bắc nằm chia thành 2 khu vực chính: Vùng núi Đông Bắc nằm ở tả ngạn sông Hồng có thể coi như phần kéo dài của dãy núi vùng Hoa Nam, vùng núi Tây Bắc nằm ở hữu ngạn sông Hồng với dãy Hoàng Liên Sơn được hình thành từ sự kéo dài của dãy Himalaia [75].

Địa hình đồng bằng châu thổ gồm 2 vùng đồng bằng chính là vùng đồng bằng châu thổ sông Hồng và vùng đồng bằng Thanh - Nghệ - Tĩnh. Dựa trên cơ sở địa hình có thể chia thành ba vùng đồng bằng: Vùng đồng bằng xen đồi, vùng đồng bằng bồi tích phù sa, vùng đồng bằng bồi tích tam giác châu [75].

Địa hình cảnh quan ven biển: địa hình thấp xu hướng phát triển ra phía biển, tính chất nước lợ vùng cửa sông thường có rừng ngập mặn [75].

Miền trung Việt Nam: Địa hình đặc trưng bởi dãy Trường Sơn chạy dọc bắt đầu từ Bắc Trung Bộ trải dài đến Đông Nam Bộ. Dãy Trường Sơn tạo nên sự khác biệt về khí hậu giữa hai miền Bắc và Nam, giữa sườn phía Đông và sườn phía Tây. Sườn Tây Trường Sơn thoải về phía thung lũng sông Mê Kông, sườn đông dốc đứng về phía biển. Hệ thống sông ở khu vực này ngắn và dốc ở thượng lưu, hạ lưu chảy trên đồng bằng hẹp [75].

Miền Nam Việt Nam chủ yếu là đồng bằng địa hình thấp, được bồi lắng phù sa của hệ thống sông Mê Kông và sông Sài Gòn - Đồng Nai. Địa hình đồi núi thấp chủ yếu ở Đông Nam Bộ là phần kéo dài của dãy Trường Sơn [75].

1.3.2. Các loại hình thủy vực và mối quan hệ địa lý sinh vật của thủy sinh vật nước ngọt nội địa Việt Nam

Việt Nam có hệ thống thủy vực và nguồn tài nguyên nước mặt phong phú. Do tính chất về địa hình và lượng mưa nên sự phân bố các thủy vực có sự khác nhau giữa các miền. Hệ thống sông, suối trên lãnh thổ Việt Nam khá dày, đa số các sông lớn đều bắt nguồn từ bên ngoài lãnh. Các sông ở miền Bắc bắt nguồn từ Trung Quốc, như sông Bằng, sông Kỳ Cùng bắt nguồn từ sông Tây Giang, sông Hồng bắt nguồn từ vùng núi Vân Nam, Sông Đà bắt nguồn từ Trung Quốc. Các sông ở miền Trung bắt nguồn từ dãy Trường Sơn sông ngắn, có độ dốc lớn. Sông Se San, sông Mê Kông chảy từ Campuchia vào lãnh thổ Việt Nam [75].

Các thủy vực dạng hồ chia thành 2 loại là hồ tự nhiên và hồ chứa nước. Hồ tự nhiên ở Việt Nam có kích thước nhỏ, số lượng không nhiều, phân bố chủ yếu ở vùng núi và cao nguyên. Hồ chứa nước phân bố ở nhiều vùng, số lượng hồ chứa gấp 2,4 lần, diện tích mặt nước gấp 7,3 lần hồ chứa tự nhiên [75].

Ruộng lúa nước tập trung chủ yếu đồng bằng Bắc Bộ và đồng bằng Nam Bộ. Mực nước trong ruộng 2 vụ khoảng 0,1 - 0,3 m. Mực nước trong các ruộng bậc thang luôn chảy, không ổn định trong khoảng 0,15 - 0,3 m [75].

Khu hệ thủy sinh vật các thủy vực nội địa Việt Nam phức tạp, phù hợp với đặc tính khí hậu của Việt Nam. Hệ thủy sinh vật miền Nam Việt Nam có quan hệ chặt chẽ với vùng Ấn Độ Mã Lai. Khu hệ thủy sinh vật miền Bắc, đặc biệt ở vùng núi có quan hệ rõ rệt với thủy sinh vật vùng núi Hoa Nam, thủy sinh vật vùng đồng bằng lại có quan hệ với vùng nhiệt đới Ấn Độ - Mã Lai [76].

Đặng Ngọc Thanh và cs. (2002) đã chia khu hệ thủy sinh vật ra thành 4 nhóm bao gồm: nhóm các loài phân bố rộng (nhóm các loài có phân bố toàn cầu, trong vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới), nhóm các loài nhiệt đới (loài chung với phân vùng Ấn Độ - Mã Lai), nhóm các loài ôn đới và cận nhiệt đới (nhóm loài có phân bố ở miền Bắc Việt Nam, có các loài chung với phân vùng Trung Hoa) và nhóm các loài đặc hữu cho Việt Nam (có các loài đặc hữu cho Bắc Việt Nam và Nam Việt Nam) [75]. Trong nhóm thủy sinh vật thành phần loài thủy sinh vật đặc hữu cho Việt Nam tương đối cao. Riêng miền Bắc Việt Nam, số loài đặc hữu ở nhóm giáp xác chiếm tới 90%, có chung 20% các loài với Trung Quốc [76].

1.3.3. Phân vùng địa lý thủy sinh vật nước ngọt nội địa Việt Nam

Phân bố tự nhiên thủy sinh vật có liên quan chặt chẽ với phân bố của hệ thống thủy văn và phân vùng khí hậu. Đặng Ngọc Thanh và cs. (2002) chia phân vùng địa lý thủy sinh vật Việt Nam ra thành 7 vùng, bao gồm:

Vùng núi Đông Bắc có mạng lưới sông suối dày đặc là phần thượng lưu của các sông lớn phía Bắc Việt Nam: sông Bằng, sông Kỳ Cùng, các sông trong hệ thống sông Hồng và hệ thống sông Thái Bình. Dựa vào thành phần loài kết hợp với sự phân chia hệ thống sông thì vùng Đông Bắc chia thành hai khu vực: khu Cao Bằng - Lạng Sơn và khu Việt Bắc, khu vực này có nhiều loài thủy sinh vật đặc hữu [75].

Vùng núi Tây Bắc, phía Bắc tới Sơn La - Lai Châu phía Nam tới Hòa Bình và phía Tây tới Ninh Bình. Khu hệ động vật nước ngọt ở vùng này không phong phú và kém đặc trưng cho với vùng Đông Bắc [75].

Vùng đồng bằng Bắc Bộ - Bắc Trung Bộ vùng này kéo dài từ châu thổ sông Hồng tới đèo Hải Vân. Vùng này nằm trong vùng trung - hạ lưu sông Hồng, sông Thái Bình, sông Mã, sông Cả, sông Chu. Địa hình của vùng này tương đối bằng phẳng, độ cao 0 - 15 m so với mực nước biển, có phù sa màu mỡ, ven biển có đất chua mặn [75].

Vùng núi Bắc Trung Bộ hay còn gọi là Bắc Trường Sơn gồm vùng núi Nghệ An - Hà Tĩnh - Quảng Bình kéo dài tới đèo Hải Vân. Khu vực này là vùng núi thấp, sườn dốc về phía Tây thuộc lưu vực thượng lưu sông Cả, sông Ngàn Sâu, Ngàn Phố. Khí hậu khô nóng, mùa đông lạnh ít và ngắn [75].

Vùng Tây Nguyên là vùng núi cao ở phần Trung và Nam Trường Sơn, vùng này có địa chất, địa hình đặc biệt, độ dốc cao, thổ nhưỡng có nguồn gốc núi lửa.

Vùng Nam Trung Bộ được coi là vùng chuyển tiếp giữa các vùng phân bố thủy sinh vật Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ, Tây Nguyên và vùng đồng bằng Nam Bộ. Vùng này thành phần loài vừa có các loài phía Bắc vừa có các loài phía Nam mở rộng phân bố tới [75].

Vùng đồng bằng Nam Bộ là lưu vực các sông Cửu Long, Vàm Cỏ, Đồng Nai. Khu vực này có địa hình thấp, ảnh hưởng của cửa biển, thành phần loài phong phú [75].

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng, thời gian, tư liệu nghiên cứu

2.2.1. Thời gian nghiên cứu

Thời gian nghiên cứu: từ tháng 06 năm 2020 đến tháng 06 năm 2024

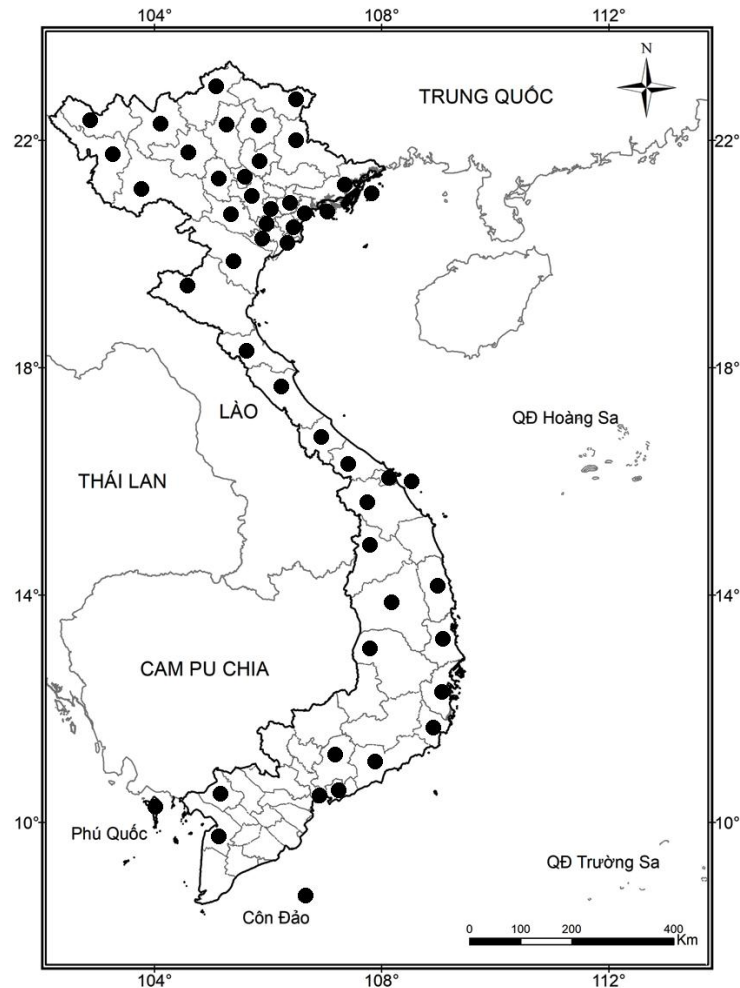
2.2.2. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các loài thuộc họ tôm Atyidae (Tôm riu), bộ Decapoda (Mười chân), lớp Malacostraca (Giáp xác lớn), ngành Arthropoda (Chân khớp), có phân bố ở Việt Nam.

2.2.3. Tư liệu nghiên cứu

Tư liệu nghiên cứu là các mẫu vật tôm riu đang được lưu giữ tại Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật và được thu thập bổ sung trong thời gian 2020 - 2024.

Tổng số hơn 8.000 mẫu vật được thu thập từ 294 địa điểm tại 50 đơn vị hành chính cấp tỉnh, thuộc 7 phân vùng địa lý sinh vật Việt Nam theo Đặng Ngọc Thanh và cs. (2002) [75]. (Hình 2.1.)



Hình 2.1. Sơ đồ các tỉnh thành đã thu thập được mẫu vật tôm Atyidae ở Việt Nam

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp kế thừa

Nghiên cứu sinh tiếp nhận, kế thừa các mẫu vật được thu thập và lưu trữ tại phòng Sinh thái Môi trường nước Viện Sinh thái và Tài nguyên sinh vật. Ngoài ra, nghiên cứu này cũng kế thừa các dẫn liệu điều tra, nghiên cứu, thông tin khoa học đã có từ trước tới nay có liên quan tới tôm Atyidae ở Việt Nam.

2.2.2. Phương pháp khảo sát thực địa, thu mẫu và cố định mẫu

2.2.2.1. Thiết bị khảo sát

Thiết bị sử dụng trong quá trình khảo sát thực địa: Bản đồ, GPS, vợt thu mẫu, Ethanol 70%, bút chì, nhãn ghi mẫu, bể chụp mẫu, lọ đựng mẫu vật, máy ảnh.

2.2.2.2. Địa điểm khảo sát

Địa điểm thu mẫu là các loại thủy vực khác nhau như: sông, suối, hồ, đầm, ruộng, thủy vực ở các hang động,... Do hạn chế về điều kiện nhân lực, vật lực nghiên cứu sinh chỉ trực tiếp khảo sát và thu thập mẫu vật tại một số địa điểm ở 12 tỉnh (Bảng 2.1). Các mẫu vật còn lại được kế thừa tài đề tài mã số 106.05 - 2017.302 và một số chương trình, nhiệm vụ khác.

Bảng 2.1. Thời gian và địa điểm khảo sát bổ sung

STT	Tỉnh, thành	Huyện	Thời gian
1	Bắc Kạn	Chợ Đồn	24 - 29/7/2020
		Ba Bể	15 - 17/3/2024
2	Đắk Lắk	Krong Bông	16/12/2021
3	Hải Dương	Chí Linh	11 - 12/4/2023
4	Hòa Bình	Lạc Sơn	1 - 3/2/2023
5	Kiên Giang	Phú Quốc	27/01/2024
6	Lâm Đồng	Đức Trọng	18/12/2021
7	Ninh Bình	Gia Viễn	1 - 10/11/2021
8	Phú Thọ	Tân Sơn	28/6/2022, 30/04/2023
		Thanh Sơn	4 - 5/9/2021
		Yên Lập	4/8/2022
9	Quảng Ninh	Tiên Yên	13/09/2020
10	Thanh Hóa	Thường Xuân	20 - 25/10/2021
11	Sơn La	Bắc Yên	4/3/2023
		Phù Yên	5/3/2023
		Mộc Châu	4/2/2023
12	Yên Bái	Văn Chấn	11 - 13/7/2022
		Lục Yên	26 - 27/5/2023

2.2.1.3. Phương pháp thu mẫu và xử lý mẫu

Phương pháp thu mẫu: Thu mẫu bằng cách sục vợt lưới (kích thước mắt lưới nhỏ hơn 1 mm) vào những đám cây thủy sinh ven bờ hoặc đặt miệng vợt ngược dòng nước, sau đó dùng chân khuấy động nền đáy phía trước miệng vợt để tôm trôi vào vợt. Mỗi điểm thu mẫu thu tối đa 30 cá thể.

Thời gian thu mẫu: đêm hoặc ngày (Hình 2.2)



Hình 2.2. Thu mẫu vật bằng vợt ban đêm và ban ngày



Hình 2.3. Ghi hình sinh cảnh sống

Hình 2.4. Chụp hình mẫu vật sống

Thu thập số liệu về sinh thái: thông tin về sinh cảnh sống được chụp, ghi lại tại địa điểm thu mẫu. Các thông tin về tọa độ, độ cao, nền đáy, độ rộng sông suối, tốc độ dòng chảy, hiện trạng môi trường, các tác động của con người cũng được ghi lại (Hình 2.3).

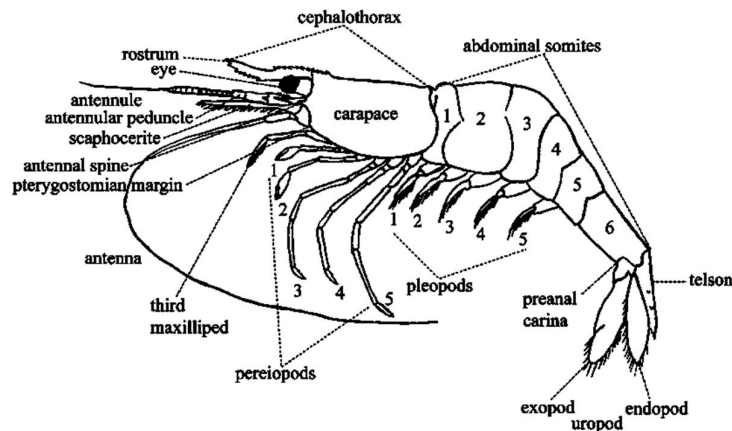
Xử lý và bảo quản mẫu vật: Mẫu vật sống được chụp ảnh và định hình bằng Ethanol 70%. Các mẫu vật sau khi được định hình được bảo quản bằng Ethanol 70%

trong lọ đựng mẫu kèm theo nhãn có đầy đủ các thông tin về tọa độ thu mẫu, ngày thu mẫu, người thu mẫu.

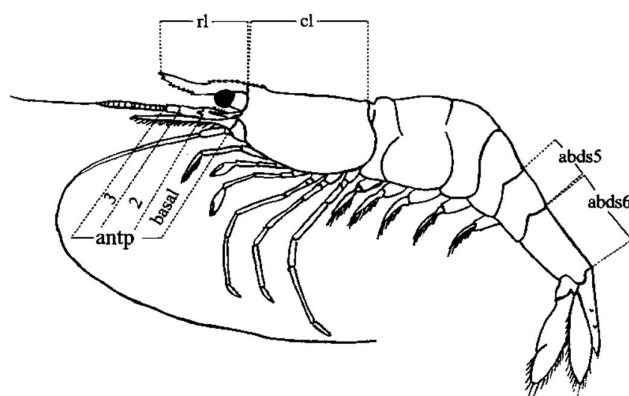
2.2.3. Các phương pháp nghiên cứu trong phòng thí nghiệm

2.2.3.1. Phương pháp phân tích đặc điểm hình thái

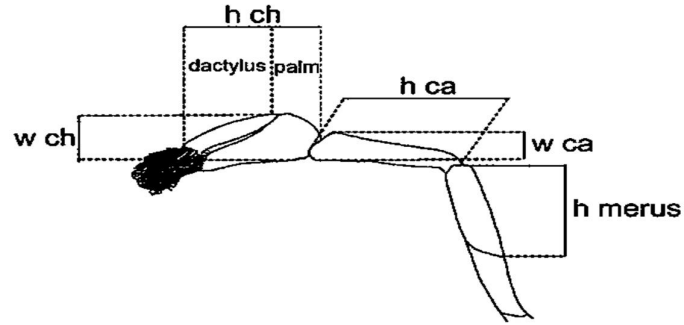
Tất cả các mẫu vật được định loại đến loài hoặc giống dựa trên các mô tả hiện tại, theo tài liệu chuyên khảo của Cai (2004) [77], Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012), các bài báo mô tả loài mới [71]. Việc phân loại hình thái chủ yếu dựa vào cơ quan sinh sản có tính ổn định cao như hình thái nhánh trong chân bơi I con đực, phần phụ đực và phần phụ trong chân bơi II con đực; và một số đặc điểm khác như hình thái chủy, công thức răng chủy, độ dài gai cạnh bên (stylocerit) và vảy râu II (scaphocerit), các phần phụ miệng, tỷ lệ các đốt của càng I và càng II, số lượng gai ở các chân bò III - V, tỷ lệ giữa hai đốt bụng V và VI, hình thái mép đầu nhọn và số lượng tơ cứng dạng gai của telson và của tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi (uropodal diaeresis), kích thước trứng. Các bộ phận này được giải phẫu dưới kính hiển vi soi nổi Nikon SMZ800N và chụp ảnh lại, đồng thời tiến hành đo, đếm các chỉ tiêu. Các bản vẽ sau đó được số hóa và xử lý với các phần mềm đồ họa Adobe Illustrator CS2.



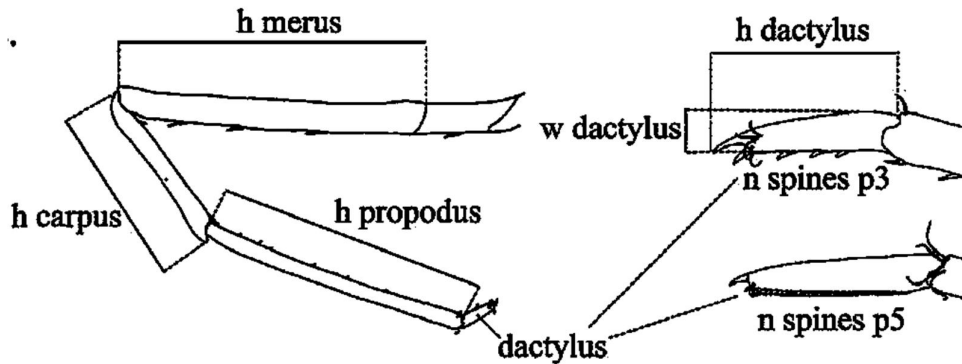
Hình 2.5. Hình thái chung của *Caridina* (Nguồn: Von Rintelen 2009 [32])



Hình 2.6. Các chỉ số đo giáp đầu ngực, râu và các đốt bụng *Caridina* (Nguồn: Von Rintelen 2009 [32])



Hình 2.7. Chỉ số đo càng 1, 2 (Nguồn: Von Rintelen 2009 [32])



Hình 2.8. Chỉ số đo chân bò 3, 5 (Nguồn: Von Rintelen 2009 [32])

Bảng 2.2. Bảng các chỉ số đo, đếm hình thái tôm Atyidae (Đơn vị: mm)

STT	Chỉ số đo (thuật ngữ tiếng Anh)	Chỉ số đo (thuật ngữ tiếng Việt)	Mô tả
1	Carapace length	Độ dài vỏ đầu ngực	Từ giáp đầu ngực đến hóc mắt
2	Rostrum length	Chiều dài chùy	Từ hóc mắt tới cuối chùy
3	Dorsal rostral teeth	Răng trên chùy	Răng cạnh trên chùy tính từ hóc mắt đến cuối chùy
4	Ventral rostral teeth	Răng dưới chùy	Số răng cạnh dưới chùy
5	Dorsal rostral teeth posterior to orbital margin	Răng sau hóc mắt	Số răng cạnh trên chùy nhưng nằm ở phía sau hóc mắt
6	Stylocerite	Chiều dài gai cuống râu	Tính từ hóc mắt tới đầu gai cuống râu
7	Antp basal	Độ dài cuống râu	Khoảng cách từ đốt góc đến đốt thứ 3 của cuống râu

STT	Chỉ số đo (thuật ngữ tiếng Anh)	Chỉ số đo (thuật ngữ tiếng Việt)	Mô tả
8	Antp 1, Antp 2, Antp 3,	Độ dài các đốt gốc, đốt thứ 2 và đốt thứ 3 của cuống râu	Độ dài các đốt gốc, đốt thứ 2 và đốt thứ 3 của cuống râu
9	Abdominal somite 5, Abdominal somite 6	Độ dài các đốt bụng 5 và 6	Độ dài các đốt bụng 5 và 6
10	H telson	Độ dài đuôi	
11	W telson	Độ rộng đuôi	Độ rộng đuôi
12	Uropodal diaeresis	Gai nhánh ngoài chân đuôi	
13	dorsolateral spinules of telson	Gai lưng đuôi telson	
14	spines at the distal end of telson	Tơ đầu ngọn đuôi	
15	H,W chela	Chiều dài, chiều rộng càng	Tham khảo Hình 2.7
16	H dactylus 1,2,3,5	Chiều dài đốt ngón (dactylus) 1, 2, 3, 5	
17	H palm 1,2	Chiều dài đốt bàn (palm) 1, 2	
18	H, W carpus	Chiều dài, rộng đốt ống (carpus) (chân bò 1,2, 3,5)	
19	H, W merus	Chiều dài, rộng đốt đùi (merus) (chân bò 1,2, 3,5)	
20	n spines p3, p5	Số lượng gai ngón chân bò 3, 5	Tham khảo Hình 2.8
21	H propodus p3, p5	Chiều dài đốt bàn	
22	Length endopod of male first pleopod	Chiều dài nhánh trong chân bơi 1 con đực	
23	Appendix interna of endopod of male first pleopod	Chiều dài phần phụ ngọn (appendix interna) của nhánh trong chân bơi 1 con đực	

STT	Chỉ số đo (thuật ngữ tiếng Anh)	Chỉ số đo (thuật ngữ tiếng Việt)	Mô tả
24	Appendix masculina of male second pleopod	Chiều dài, chiều rộng của phần phụ đực (appendix masculine) chân bơi 2 con đực	
25	Length appendix interna of male second pleopod	Chiều dài phần phụ trong (appendix interna) chân bơi 2 con đực	
26	Length endopod of male second pleopod	Chiều dài nhánh trong chân bơi 2 con đực	

2.2.3.2. Phân tích sinh học phân tử

Phân tích sinh học phân tử được thực hiện tại Phòng thí nghiệm Di truyền học phân tử và bảo tồn, Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật.

Mô cơ bụng của các mẫu tôm Atyidae được bảo quản trong cồn 70 độ ADN tổng số được tách chiết từ khoảng 2 mm³ mô cơ bụng bằng bộ kit Qiagen BioSprint 96 theo quy trình của nhà sản xuất. Đoạn gen 16S rRNA(590bp) được khuếch đại bằng phản ứng chuỗi polymerase (PCR) và được giải trình tự bằng cách sử dụng cặp mồi 16S-F-Car và 16S-R-Car1 (Bảng 2.3).

Bảng 2.3. Các mồi sử dụng trong nghiên cứu quan hệ di truyền của tôm Atyidae

Tên mồi	Trình tự mồi	Nguồn
16S-F-Car	5'-TG CCTGTTTATCAAAAACATGTC-3'	[42]
16S-R-Car1	5'-AGATAG AAACCAACCT-GGCTC-3'	[42]

Việc khuếch đại gen ty thể sẽ được thực hiện bằng chu trình nhiệt (trên máy Amp Systems 9700, Eppendorf). Thể tích mỗi phản ứng PCR là 25 µl gồm: 2X đệm Taq, 1,5mM MgCl₂, 200 µM dNTP, 1U Taq polymerase, khoảng 50 - 100 ng ADN và dung dịch H₂O. Sau bước biến tính ban đầu là 3 phút ở 94°C nhằm tách DNA mạch kép thành mạch đơn dùng làm khuôn, điều kiện chu trình nhiệt là 35 chu kỳ bao gồm: Giai đoạn biến tính (Denaturing) ở 94°C trong 35 giây, giai đoạn gắn mồi (Annealing) 50°C trong 60 giây nhằm giúp đoạn mồi bắt cặp với các mạch đơn DNA khuôn ở các đầu 3' theo nguyên tắc bổ sung, giai đoạn kéo dài (Extending) ở 72°C trong 60 giây nhằm giúp các dNTPs được gắn kết vào primer tạo thành mạch đơn DNA mới theo chiều 5' - 3' bổ sung với DNA mạch khuôn dưới tác dụng của DNA polymerase và bước kéo dài cuối cùng là 5 phút ở 72°C để đảm bảo các đầu 3' của

DNA sợi đơn mới được kéo dài hoàn toàn. Các sản phẩm PCR được tinh sạch bằng bộ sinh phẩm GeneJET PCR purification Kit, theo hướng dẫn của nhà cung cấp (Thermoscientific, Mỹ) và giải trình tự cả 2 chiều. Trình tự Nucleotide gen 16S thu được được xử lý bằng phần mềm BioEdit và Chromas-Pro, sau đó so sánh với các trình tự sẵn có trên Ngân hàng gen quốc tế (NCBI) bằng ứng dụng Blast để loại bỏ khả năng nhiễm DNA.

Khoảng cách di truyền giữa các loài và trong loài được tính bằng mô hình Kimura 2-parameters (K2P) trong phần mềm MEGA ver1.1, với giá trị bootstrap bằng 1000 lần.

Phân tích mối quan hệ di truyền giữa các loài được thực hiện bằng phương pháp Maximum likelihood. Mô hình tiến hóa với giá trị BIC thấp nhất sẽ được lựa chọn bằng modul BestModel trong phần mềm MEGA ver.1.1. Phân tích được thực hiện bằng phần mềm IQTREE trên hệ thống IQ-TREE Web Server (<http://iqtree.cibiv.univie.ac.at/>) [78].

2.2.3.3. Phương pháp xây dựng khóa định loại

Khoá định loại các loài tôm Atyidae ở Việt Nam được xây dựng theo kiểu lưỡng phân, các đặc điểm chẩn loại được xếp thành từng cặp dữ liệu đối nhau [79]. Các đặc điểm sử dụng trong khoá phải có tính ổn định cao, như hình thái nhánh trong chân bơi I con đực, phần phụ đực và phần phụ trong chân bơi II con đực; và một số đặc điểm khác như hình thái chủy, công thức răng chủy, độ dài gai cạnh bên (stylocerit) và vây râu II (scaphocerit), các phần phụ miệng, tỷ lệ các đốt của càng I và càng II, số lượng gai ở các chân bò III-V, tỷ lệ giữa hai đốt bụng V và VI, hình thái mép đầu ngọn và số lượng tơ cứng dạng gai của telson và của tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi (uropodal diaeresis), kích thước trứng.

2.2.3.4. Phương pháp phân hạng bảo tồn và đề xuất các biện pháp bảo tồn

Phân loại nhân tố tác động, đánh giá tình trạng bảo tồn và đề xuất các biện pháp bảo tồn với các loài tôm Atyidae được ghi nhận ở Việt Nam theo hướng dẫn IUCN 2021 [80]. Đánh giá tiêu chuẩn và tiêu chí phân loại tôm Atyidae dựa vào bộ tiêu chuẩn và tiêu chí IUCN các loài được đánh giá vào 1 trong 8 thứ hạng dựa trên các tiêu chí về mức độ đe dọa tuyệt chủng như tốc độ suy thoái (rate of decline), kích thước quần thể (population size), phạm vi phân bố (area of geographic distribution), và mức độ phân tách quần thể và khu phân bố (degree of population and distribution fragmentation). 8 tiêu chí phân hạng gồm:

Nhóm I: Không (hoặc chưa) được đánh giá (NE) theo các tiêu chuẩn

Nhóm II: Được đánh giá

- Thiếu dữ liệu (DD)

- Có đủ dẫn liệu có 7 tiêu chí phân hạng bao gồm: ít lo ngại (LC), gần bị đe dọa (NT), sẽ nguy cấp (VU), nguy cấp (EN), cực kỳ nguy cấp (CR), đã tuyệt chủng ngoài tự nhiên (EW), đã tuyệt chủng (EX).

Tiêu chí phân hạng

Tuyệt chủng (EX): Một taxon được xếp hạng Tuyệt chủng khi đủ bằng chứng cho thấy cá thể cuối cùng của taxon đó đã chết. Nếu đã điều tra kỹ tại các sinh cảnh đã từng bắt gặp hoặc được cho là có taxon đó phân bố nhưng không ghi nhận một cá thể nào của taxon này thì taxon đó được xác định là tuyệt chủng. Những đợt điều tra này phải kéo dài đủ một khoảng thời gian nhất định tùy thuộc vòng đời và dạng sống của taxon.

Tuyệt chủng ngoài tự nhiên (EW): Một taxon được xếp hạng Tuyệt chủng ngoài tự nhiên khi nó chỉ còn được ghi nhận trong điều kiện nuôi trồng, nuôi nhốt hoặc trong các quần thể được du nhập và phát triển ở bên ngoài vùng phân bố trước đây của nó. Một taxon được xác định là tuyệt chủng ngoài tự nhiên nếu đã có các đợt điều tra kỹ lưỡng tại các sinh cảnh đã từng bắt gặp hoặc được cho là có taxon đó phân bố vào các thời điểm thích hợp (đêm ngày, mùa, hàng năm) ở khắp vùng phân bố đã biết nhưng không ghi nhận một cá thể nào của taxon này. Những đợt điều tra này phải kéo dài đủ một khoảng thời gian nhất định tùy thuộc vòng đời và dạng sống của taxon.

Cực kỳ nguy cấp (CR): Một taxon được xếp hạng Cực kỳ nguy cấp nếu với các bằng chứng hiện có cho thấy phù hợp với bất kỳ tiêu chuẩn nào từ A đến E ở mức Cực kỳ nguy cấp, và vì vậy taxon này được coi là đang đối mặt với nguy cơ tuyệt chủng ngoài tự nhiên ở mức độ cực kỳ cao.

Nguy cấp (EN): Một taxon được xếp hạng Nguy cấp nếu với các bằng chứng hiện có cho thấy phù hợp với bất kỳ tiêu chuẩn nào từ A đến E ở mức Nguy cấp, và vì vậy taxon này được xác định là đang đối mặt với nguy cơ tuyệt chủng ngoài tự nhiên ở mức độ rất cao.

Sẽ nguy cấp (VU): Một taxon được xếp hạng Sẽ nguy cấp với các bằng chứng hiện có cho thấy phù hợp với bất kỳ tiêu chuẩn nào từ A đến E ở mức Sẽ nguy cấp, vì vậy taxon này được xác định là đang đối mặt với nguy cơ tuyệt chủng ngoài tự nhiên ở mức độ cao.

Gần bị đe dọa (NT): Một taxon được xếp hạng Gần bị đe dọa nếu theo các tiêu chuẩn đánh giá chưa đáp ứng để xếp hạng Cực kỳ nguy cấp, Nguy cấp hay Sẽ nguy cấp vào thời điểm hiện tại, nhưng gần đạt hoặc có khả năng sẽ đáp ứng các tiêu chí để phân hạng ở một mức độ bị đe dọa trong tương lai gần.

Ít quan ngại (LC): Một taxon được xác định là Ít quan ngại nếu đã đánh giá theo các tiêu chuẩn nhưng không thuộc các phân hạng Cực kỳ nguy cấp, Nguy cấp, Sẽ

nguy cấp hay Gần bị đe dọa. Các loài này có số lượng cá thể phong phú hoặc phân bố rộng thường nằm trong mức phân hạng này.

Thiếu dẫn liệu (DD): Một taxon được coi là Thiếu dẫn liệu nếu không đủ tài liệu để trực tiếp hoặc gián tiếp để đánh giá mức độ nguy cơ tuyệt chủng của nó dựa trên tình trạng phân bố và tình trạng quần thể. Taxon này có thể đã được nghiên cứu rất kỹ về các đặc tính sinh học, nhưng thiếu số liệu chính xác về độ phong phú và phạm vi phân bố địa lý. Do vậy, thiếu dẫn liệu không được coi là một phân hạng bị đe dọa. Các taxon được liệt kê vào phân hạng này cần có thêm thông tin và được cho rằng các nghiên cứu trong tương lai có thể sẽ xác định loài này vào một cấp phân hạng nào đây phù hợp. Trong nhiều trường hợp, cần rất cẩn trọng khi lựa chọn giữa đánh giá là Thiếu dữ liệu và phân hạng vào một bậc bị đe dọa. Nếu trong trường hợp một taxon được cho là đáp ứng gần đủ tiêu chuẩn đánh giá và thời gian tính từ lần ghi nhận cuối cùng của taxon này đã khá lâu thì nên đưa nó vào tình trạng bị đe dọa.

Chưa đánh giá (NE): Chưa được đánh giá theo các tiêu chuẩn.

Diện tích vùng cư trú (Area of Occupancy - AOO) và phạm vi phân bố (Extent of Occurrence - EOO) của các loài được ước tính bằng công cụ GeoCAT (Geospatial Conservation Assessment Tool) (<https://geocat.iucnredlist.org/>).

Bảng 2.4. Tóm tắt tiêu chuẩn đánh giá và tiêu chí phân hạng danh lục đỏ IUCN đối với các bậc đe dọa (CR, EN VÀ VU)

Tiêu chuẩn đánh giá	Giải thích	Tiêu chí phân hạng bị đe dọa (Threatened Category)		
		Cực kỳ nguy cấp	Nguy cấp	Sẽ nguy cấp
Criteria		Critically Endangered	Endangered	Vulnerable
A. Suy giảm kích cỡ quần thể: Suy giảm quần thể (tính trong vòng hơn 10 năm hoặc 3 thế hệ) theo tiêu chuẩn đánh giá A1-A4				
A1		≥ 90%	≥ 70%	≥ 50%
A2, A3, A4		≥ 80%	≥ 50%	≥ 30%
A1	Kích cỡ quần thể bị suy giảm trong quá khứ thông qua quan sát, ước tính, suy đoán, nghi ngờ khi các nguyên nhân gây nên sự suy giảm là có thể đã đảo chiều, đã được hiểu rõ và đã chấm dứt	Dựa vào bất kỳ yếu tố nào sau đây: (a) Quan sát trực tiếp (<i>không áp dụng cho tiêu chuẩn A3</i>) (b) Dựa vào chỉ số phong phú phù hợp với loài (c) Suy giảm về diện tích nơi cư trú (AOO), phạm vi phân bố (EOO) và/hoặc chất lượng sinh cảnh (d) Mức độ khai thác thực tế hoặc tiềm năng (e) Do ảnh hưởng của loài ngoại lai, lai tạp, bệnh dịch, ô nhiễm, kẻ thù cạnh tranh hoặc ký sinh		
A2	Kích cỡ quần thể bị suy giảm trong quá khứ thông qua quan sát, ước tính, suy đoán, nghi ngờ khi các nguyên nhân gây nên sự suy giảm là có thể chưa			

	chấm dứt hoặc chưa được hiểu rõ hoặc chưa đảo chiều			
A3	Kích cỡ quần thể dự báo bị suy giảm trong tương lai thông qua dự báo, suy đoán, nghi ngờ sẽ xảy ra trong tương lai (tối đa là 100 năm)			
A4	Kích cỡ quần thể bị suy giảm trong quá khứ và dự báo tiếp tục suy giảm trong tương lai thông qua quan sát, ước tính, suy đoán, dự báo hoặc nghi ngờ trong khoảng thời gian tính cả trong quá khứ và tương lai (tối đa là 100 năm trong tương lai) khi khi các nguyên nhân gây nên sự suy giảm là có thể chưa chấm dứt hoặc chưa được hiểu rõ hoặc chưa đảo chiều			
B. Phân bố địa lý theo diện tích phạm vi phân bố (EOO) và/hoặc diện tích vùng cư trú (AOO)				
B1	Diện tích phạm vi phân bố (EOO)	< 100 km ²	< 5.000 km ²	< 20.000 km ²
B2	Diện tích vùng cư trú (AOO)	< 10 km ²	< 500 km ²	< 2.000 km ²
Và thỏa mãn ít nhất 2 trong 3 điều kiện sau				
(a) Bị phân mảnh nghiêm trọng hoặc số lượng địa điểm ghi nhận tương ứng là 1, ≤ 5 và ≤ 10				
(b) Tiếp tục bị suy giảm dựa trên quan sát, ước tính, suy đoán hoặc dự báo về bất kỳ yếu tố nào sau đây: (i) phạm vi phân bố, (ii) diện tích vùng cư trú, (iii) diện tích, phạm vi và/hoặc chất lượng sinh cảnh sống, (iv) số lượng các địa điểm ghi nhận hoặc tiểu quần thể, (v) số lượng cá thể trưởng thành				
(c) Biến động rất bất thường về bất kỳ yếu tố nào sau đây: (i) phạm vi phân bố, (ii) diện tích vùng cư trú, (iii) số lượng các địa điểm ghi nhận hoặc tiểu quần thể, (iv) số lượng cá thể trưởng thành				
C. Kích cỡ quần thể nhỏ và suy giảm				
Số lượng cá thể		< 250	< 2500	< 1.0000
Và thỏa mãn ít nhất 1 trong 2 tiêu chuẩn C1 hoặc C2				
C1	Quan sát, ước tính, dự báo rằng quần thể tiếp tục bị suy giảm ít nhất (tối đa là 100 năm trong tương lai)	Khoảng 25% trong 3 năm hoặc 1 thế hệ (tùy thuộc khoảng thời gian nào dài hơn)	20% trong vòng 5 năm hoặc 2 thế hệ (tùy thuộc khoảng thời gian nào dài hơn)	10% trong vòng 10 năm hoặc 3 thế hệ (tùy thuộc khoảng thời gian nào dài hơn)

C2	Quan sát, ước tính, dự báo hoặc suy đoán rằng quần thể tiếp tục bị suy giảm và thỏa mãn ít nhất 1 trong 3 điều kiện sau:			
(a)	(i) Mỗi tiểu quần thể còn số lượng cá thể trưởng thành	≤ 50	≤ 250	≤ 1.000
	(ii) Tỷ lệ % số lượng cá thể trưởng thành ở mỗi quần thể còn khoảng	90 - 100 %	95 - 100 %	100 %
(b)	Số lượng cá thể trưởng thành bị biến động rất mạnh			
D. Quần thể rất nhỏ và phân bố hẹp				
D.	Số lượng cá thể trưởng thành	≤ 50	≤ 250	D1 ≤ 1.000
D2	Chỉ áp dụng cho bậc VU và khả năng dễ dẫn đến mức đe dọa cao hơn ở bậc CR hoặc EX trong thời gian ngắn			D2. Diện tích vùng cư trú (AOO) < 20 km ² hoặc số địa điểm ghi nhận phân bố ≤ 5
E. Phân tích số lượng				
	Chỉ dấu về khả năng tuyệt chủng trong tự nhiên là	$\geq 50\%$ trong vòng 10 năm hoặc 3 thế hệ tùy thuộc vào khoảng thời gian nào dài hơn (<i>tối đa là 100 năm</i>)	$\geq 20\%$ trong vòng 20 năm hoặc 5 thế hệ tùy thuộc vào khoảng thời gian nào dài hơn (<i>tối đa là 100 năm</i>)	10% trong vòng 100 năm

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Thành phần loài và đặc điểm nhận dạng tôm Atyidae ở Việt Nam

3.1.1. Thành phần loài tôm riu họ Atyidae ở Việt Nam

Qua phân tích mẫu vật thu được tại 294 địa điểm (chi tiết trong phần phụ lục 4) và tổng hợp các kết quả nghiên cứu trước đây, đã ghi nhận tổng số 33 loài và phân loài tôm của 3 giống thuộc họ Atyidae tại Việt Nam. Trong đó, có 4 loài chưa định danh được tên khoa học, đang được đề dạng loài với nghi ngờ chúng là những loài mới cho khoa học.

Có 5 loài và phân loài ghi nhận đầu tiên ở Việt Nam, bao gồm: *Caridina mertoni* Roux, 1911; *C. peninsularis* Kemp, 1918; *C. serrata* Stimpson, 1860; *C. temasek* Choy & Ng, 1991, *C. typus* Edwards, 1837.

So với công bố của Nguyễn Văn Xuân năm 1999 và Đặng Ngọc Thanh năm 2012, có 4 loài không ghi nhận lại được, bao gồm: *Atyopsis moluccensis* De Haan, 1849; *Caridina gracilirostris* De Man, 1892, *C. tonkinensis* Bouvier, 1919, *C. weberi* De Man, 1892 [66,71].

Bảng 3.1. Danh sách thành phần loài tôm riu họ Atyidae ghi nhận được ở Việt Nam

STT	Tên khoa học	Synonym	Ghi chú
I	Giống <i>Caridina</i>		
1	<i>Caridina cantonensis</i> Yu, 1938	<i>Caridina mutata</i> Cai & Ng, 1999	Theo https://www.marinespecies.org/)
2	<i>Caridina caobangensis</i> Li & Liang, 2002		
3	<i>Caridina clinata</i> Cai, Quynh & Ng, 1999		
4	<i>Caridina cucphuongensis</i> Dang, 1980		
5	<i>Caridina excavatoides</i> Johnson, 1961	<i>Caridina uminensis</i> Dang & Do, 2007	Loài được tu chỉnh về mặt phân loại học
6	<i>Caridina gracilipes</i> De Man, 1892	<i>Caridina acuticaudata</i> Dang, 1975	Loài được tu chỉnh về mặt phân loại học
7	<i>Caridina gracillima</i> Lanchester, 1901		Loài được tu chỉnh về mặt phân loại học

STT	Tên khoa học	Synonym	Ghi chú
8	<i>Caridina gracilirostris</i> De Man, 1892		Loài không được ghi nhận lại
9	<i>Caridina haivanensis</i> Do & Dang, 2010		
10	<i>Caridina johnsoni</i> Cai, Ng & Choy, 2007		Loài được tu chỉnh về mặt phân loại học
11	<i>Caridina lanceifrons</i> Yu, 1936	<i>Caridina flavilineata</i> Dang, 1975	Loài được tu chỉnh về mặt phân loại học
		<i>Caridina vietriensis</i> Dang & Do, 2007	
		<i>Caridina pseudoflavilineata</i> Do & Dang, 2010	
12	<i>Caridina macrophora</i> Kemp, 1918	<i>Caridina subnilotica</i> Dang, 1975	Loài được tu chỉnh về mặt phân loại học
13	<i>Caridina mertoni</i> Roux, 1911		Loài ghi nhận mới cho Việt Nam
14	<i>Caridina namdat</i> Do, Dang & von Rintelen, 2021		
15	<i>Caridina nguyeni</i> Li & Liang, 2002		
16	<i>Caridina pacbo</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020		
17	<i>Caridina peninsularis</i> Kemp, 1918		Loài ghi nhận mới cho Việt Nam
18	<i>Caridina pseudoserrata</i> Dang & Do, 2007		
19	<i>Caridina rubropunctata</i> Dang & Do, 2007		
20	<i>Caridina serrata</i> Stimpson, 1860		Loài ghi nhận mới cho Việt Nam
21	<i>Caridina temasek</i> Choy & Ng, 1991		Loài ghi nhận mới cho Việt Nam

STT	Tên khoa học	Synonym	Ghi chú
22	<i>Caridina thachlam</i> Do, Cao, von Rintelen, 2021		
23	<i>Caridina tonkinensis</i> Bouvier, 1919		Loài không được ghi nhận lại
24	<i>Caridina tricincta</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020		
25	<i>Caridina typus</i> H. Milne Edwards, 1837	<i>Caridina exilirostris</i> Stimpson, 1860	Loài ghi nhận mới cho Việt Nam
26	<i>Caridina weberi</i> De Man, 1892		Loài không được ghi nhận lại
27	<i>Caridina weberi sumatrensis</i> De Man, 1892		
28	<i>Caridina</i> sp. 1		Loài nghi là loài mới cho khoa học
29	<i>Caridina</i> sp. 2		Loài nghi là loài mới cho khoa học
30	<i>Caridina</i> sp. 3		Loài nghi là loài mới cho khoa học
31	<i>Caridina</i> sp. 4		Loài nghi là loài mới cho khoa học
II	Giống <i>Neocaridina</i>		
32	<i>Neocaridina palmata palmata</i> (Shen, 1948)	<i>C. denticulata vietnamensis</i> Dang, 1967	Loài được tu chỉnh về mặt phân loại học
		<i>C. vietnamensis</i> Đặng Ngọc Thanh (1975);	
		<i>Neocaridina vietnamensis</i>	
II	Giống <i>Atyopsis</i>		
33	<i>Atyopsis moluccensis</i>		Loài không được ghi nhận lại

Bảng 3.2. Số lượng và tỉ lệ loài theo từng giống tôm thuộc họ tôm Atyidae được ghi nhận ở Việt Nam

STT	Giống	Loài/phân loài	
		Số lượng	Tỉ lệ (%)
1	<i>Caridina</i>	31	93,93
2	<i>Neocaridina</i>	1	3,03
3	<i>Atyopsis</i>	1	3,03

Như vậy, tổng số 33 loài và phân loài tôm riu đã được ghi nhận tại Việt Nam thuộc 3 giống là *Caridina*, *Neocaridina* và *Atyopsis*. Trong đó, giống *Caridina* chiếm ưu thế gần như tuyệt đối với 31 loài chiếm 93,94%; hai giống còn lại, mỗi giống chỉ mới ghi nhận được một loài chiếm 3,03% (Bảng 3.2). So sánh số lượng loài tôm Atyidae ở Việt Nam với một số nước trong khu vực Châu Á cho thấy nước ta có số lượng loài ít hơn nhiều so với Trung Quốc có 147 loài [15] và Indonesia có 64 loài [25], tương đương với Philippines (36 loài) và cao hơn vùng Malaysia và Singapore (14 loài), Thái Lan (15 loài) [28].

Có 15 loài mới chỉ ghi nhận tại Việt Nam (chiếm 46,88% tổng số loài), đó là: *Caridina cucphuongensis*, *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. clinata*, *C. nguyeni*, *C. caobangensis*, *C. haivanensis*, *C. tricincta*, *C. pacbo*, *C. thachlam*, *C. namdat*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.3, *Caridina* sp.4 được phân bố chủ yếu ở khu vực Đông Bắc và Đồng bằng Bắc bộ.

3.1.2. Đặc điểm hình thái các loài tôm Atyidae tại Việt Nam

3.1.2.1. Đặc điểm các loài thuộc giống *Caridina* Edwards, 1837

Đặc điểm nhận dạng giống *Caridina* Edwards, 1837: Tôm có kích thước nhỏ. Đốt gốc của càng II không có gai cong. Nhánh trong chân bơi I con đực hình hạt đậu hoặc hình côn, mặt lưng không có gai, phần phụ trong ở phía ngọn mép trong.

Phân bố: Vùng đới và cận nhiệt đới châu Á, Oceania và châu Phi [81].

Loài chuẩn: *Caridina typus* H. Milne Edwards, 1837

(1) *Caridina cantonensis* Yu, 1938

Caridina cantonensis Yu, 1938: 290, fig7 - 8. [Địa điểm chuẩn: thôn Qing'ao, quận Nan'ao, tỉnh Quảng Đông, Trung Quốc] [82].

Synonym: *Caridina mutata* Cai & Ng, 1999 [65].

Mẫu vật nghiên cứu: 10 cá thể đực (CL: 3,5 - 4,1 mm), 5 cá thể cái (CL: 4,0 - 5 mm) thu được ở đảo Cù Lao Chàm, Hội An, tỉnh Quảng Nam, Việt Nam.

Đặc điểm nhận dạng: Chủy hơi cong xuống dưới, dài đến giữa hoặc cuối đoạn thứ hai của cuống râu, công thức răng chủy: (4 - 5 + 9 - 12)/(3 - 5). Gai râu đạt gần đến giữa (0,4 lần chiều dài) của đốt thứ 2 cuống râu. Đốt đuôi có 4 cặp lông cứng đầu

ngón, 5 - 6 cặp lông cứng dạng gai ở lưng. Tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 18 lông cứng. Chân bò III có 4 - 5 tơ cứng dạng gai ở mép ngón. Chân bò V có 25 - 28 tơ cứng dạng gai ở mép ngón. Nhánh trong chân bơi thứ nhất của con đực có phần phụ ngón vượt quá mép trên của nhánh trong. Phần phụ trong chân bơi II của con đực có chiều dài bằng 0,5 lần chiều dài phần phụ đực.

Nơi sống: Các suối, lạch, ngòi nhỏ vùng núi

Phân bố:

+ Việt Nam: Quảng Nam (Đảo Cù Lao Chàm, Hội An), Lạng Sơn (Chi Lăng)

+ Trên thế giới loài đực tìm thấy ở Trung Quốc (Quảng Đông, Quảng Tây và Hồng Kông) [12].



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.1. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina cantonensis* Yu, 1938 ở Việt Nam

Nhận xét:

Đặng Ngọc Thanh và cs. (1980) từng ghi nhận sự có mặt của loài *C. cantonensis* ở huyện Chi Lăng, tỉnh Lạng Sơn, gần biên giới với Trung Quốc [64]. Trong các mẫu vật thu được quanh khu vực huyện Chi Lăng, Lạng Sơn cũng như các địa điểm khảo sát ở miền Bắc Việt Nam không thấy sự có mặt của *C. cantonensis*. Tuy nhiên, mẫu vật loài *C. cantonensis* lại thu được tại đảo Cù Lao Chàm và không có sự khác biệt về mặt hình thái so với bản mô tả ban đầu của Yu (1938) [82] và các mô tả lại của Cai & Ng (1999) và Liang (2004), ngoại trừ số lượng tơ cứng dạng gai trên ngón của chân bò thứ năm ít hơn (25 - 28 so với 38 - 45) [12,65]. Khoảng cách di truyền gen 16S giữa mẫu *C. cantonensis* thu được ở Việt Nam với mẫu *C. cantonensis* thu được ở Quảng Châu Trung Quốc và Hồng Kông Trung Quốc (được công bố trên Genbank) là 0,37%. Với sự tương đồng về mặt hình thái và di truyền giữa các mẫu tôm thu được ở Cù Lao Chàm, Quảng Nam và các mẫu *C. cantonensis* được mô tả ở Trung Quốc có thể khẳng định các mẫu này Cù Lao Chàm chính là *C. cantonensis*.

Trong các nghiên cứu trước *C. cantonensis* chỉ được tìm thấy trong các con suối, và dựa trên kích thước trứng, có thể được coi là loài có phân bố giới hạn trong đất liền [83]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, loài *C. cantonensis* chỉ được tìm thấy trên đảo Cù Lao Chàm xa so với địa điểm chuẩn, có thể được du nhập vào Việt Nam cùng với cá con từ nghề nuôi cá, hoặc cũng có thể có phân bố tự nhiên tại đảo. Cần có những nghiên cứu sâu hơn về loài này để hiểu rõ về phân bố và đặc tính sinh học sinh thái.

(2) *Caridina caobangensis* Li & Liang, 2002

Caridina caobangensis Li & Liang, 2002: 711; fig 3 - 4. [Địa điểm chuẩn: Pác Bó, Hà Quảng, Cao Bằng, Việt Nam][67]

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 3,5 - 4,0 mm), 5 cá thể cái (CL: 4,1 - 4,9 mm) mẫu thu ở Pác Bó, Hà Quảng, Cao Bằng, Việt Nam

Đặc điểm nhận dạng: Chùy có đầu ngọn cong xuống, dài từ giữa đốt 2 đến giữa đốt 3 cuống râu, công thức răng chùy (9 - 11 + 5 - 6)/(2 - 4). Gai râu vượt quá đốt I cuống râu. Chân bò III có 3 có 6 gai ở mép ngón, ngón chân bò V có 39 - 42 gai ở mép ngón. Chân bơi I của con đực có phần phụ trong có dạng hình lá thường là gập lại. Chân bơi II của con đực có phần phụ trong dài xấp xỉ phần phụ đực [67].

Nơi sống: Các suối nhỏ vùng núi, nước sạch với nền đáy đá, sỏi.

Phân bố:

+ Việt Nam: Cao Bằng (Hà Quảng, Quảng Yên, Phục Hòa), Phú Thọ (VQG Xuân Sơn) [67, 84].

+ Trên thế giới: Mới chỉ ghi nhận được ở Việt Nam

Nhận xét:

Li và Liang (2002) lần đầu ghi nhận loài này ở Hà Quảng Cao Bằng [67]. Năm 2016, Nguyễn Thanh Sơn và cs. đã ghi nhận loài này ở các suối tại Vườn Quốc gia Xuân Sơn của tỉnh Phú Thọ [84], tuy nhiên không có mô tả cụ thể về hình thái. Nghiên cứu sinh cũng tiến hành thu mẫu tại khu vực VQG Xuân Sơn tỉnh Phú Thọ và không phát hiện loài *C. caobangensis* trong các mẫu thu được. Các mẫu thu được tại VQG Xuân Sơn có 1 loài có hình thái phần giáp đầu ngực gần tương tự *C. caobangensis* nhưng có những khác biệt ở nhánh trong phần phụ chân bơi I con đực và phần phụ đực của chân bơi II con đực. Các dữ liệu về mặt sinh học phân tử cũng cho thấy sự khác biệt giữa loài này và *C. caobangensis*, khoảng cách di truyền gen 16S giữa 2 loài này là 8,0%. Kết quả của nghiên cứu này cho thấy việc *C. caobangensis* có phân bố tại VQG Xuân Sơn còn nghi vấn và cần kiểm tra thêm.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.2. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina caobangensis* Li & Liang, 2002

(3) *Caridina clinata* Cai, Quynh & Ng, 1999

Caridina clinata Cai, Quynh & Ng, 1999: 531; fig 1 - 2. [Địa điểm chuẩn: nương ở Vườn Quốc gia Cúc Phương, Ninh Bình, Việt Nam] [85].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 2,8 - 3,5 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,7 - 4,3 mm) thu ở Cúc Phương, Ninh Bình. 5 cá thể đực (CL: 2,8 - 3,6 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,6 - 4,1 mm) ở Nho Quan, Ninh Bình. 5 cá thể đực (CL: 2,9 - 3,4 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,8 - 4,3 mm) ở Kim Bảng, Hà Nam. 5 cá thể đực (CL: 2,8 - 3,7 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,5 - 4,2 mm) ở Cát Bà, Hải Phòng. 5 cá thể đực (CL: 2,6 - 3,8 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,6 - 4,4 mm) ở Tân Sơn, Phú Thọ. 5 cá thể đực (CL: 2,6 - 3,3 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,4 - 4,1 mm) ở Yên Lập, Phú Thọ.

Đặc điểm nhận dạng: Loài có các sọc ngang trên thân, chủy ngắn có công thức răng chủy $(9 - 16 + 3 - 5)/(3 - 4)$, chiều dài chủy đạt tới ngọn đốt cuống râu I. Đầu ngọn đốt đuôi có 5 đôi tơ. Tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 14 - 17 gai. Gai râu dài tới cuối cuống râu I. Chân bò III có 5 gai ở ngón, chân bò V có 42 - 49 gai. Chân bơi I con đực có nhánh trong hình hạt đậu phần phụ trong vượt quá đầu nhánh trong. Chân bơi II có phần phụ đực hình que, phần phụ trong hình ngón tay dài bằng 0,78 chiều dài phần phụ đực.

Nơi sống: Các suối nhỏ trong rừng, nước sạch với nền đáy sỏi, đá và cát.

Phân bố:

+ Việt Nam: Ninh Bình (Cúc Phương, Nho Quan), Hà Nam (Kim Bảng), Hải Dương (Chí Linh), Hải Phòng (Cát Bà), Phú Thọ (Tân Sơn, Yên Lập)

+ Trên thế giới: Mới chỉ được ghi nhận ở Việt Nam

Nhận xét:

Các mẫu vật thu được có đặc điểm hình thái phù hợp với mô tả của Cai và cs. (1999) [85].

Loài *Caridina clinata* Cai, Quynh & Ng, 1999 có công thức mang khác với công thức mang thường thấy ở các loài thuộc giống *Caridina*. Công thức mang của *Caridina clinata* giống với các loài thuộc giống *Paracaridina* Liang, Guo & Tang (1999), cụ thể: có 5 đôi mang phát triển, 2 đôi mang ở chân hàm 3 suy giảm, một đôi mang ở chân hàm II phát triển, không có mang ở đôi chân bò I, các nhánh bên hình móc phát triển ở chân hàm thứ III và IV [86]. Tuy nhiên, theo von Rintelen và cs. (2008), Do và cs. (2021) các đặc điểm này không chỉ có ở các loài *Paracaridina* [73,87]. Vì vậy, trong nghiên cứu này vẫn xếp *C. clinata* vào giống *Caridina*.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

**Hình 3.3. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina clinata* Cai, Quynh & Ng, 1999
(4) *Caridina cucphuongensis* Dang, 1980**

Caridina serrata cucphuongensis Dang, 1980: 404 - 405; hình 230. [Địa điểm chuẩn: suối ở Cúc Phương, Ninh Bình, Việt Nam] [64].



Hình 3.4. Ảnh chụp loài *Caridina cucphuongensis* Dang, 1980

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 3 - 4,1 mm), 5 cá thể cái (CL: 4,2 - 5,3 mm) thu ở Cúc Phương, Ninh Bình.

Đặc điểm nhận dạng: Chủy thẳng, mảnh công thức răng chủy $(0 - 3 + 2 - 7)/(0 - 2)$, stylocerite dài tới góc đốt râu thứ 2. Đốt đuôi có 4 - 5 cặp tơ cứng ở lưng, đầu ngọn có 3 - 4 cặp tơ cứng dạng gai. Tầm nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 18 - 21 tơ cứng dạng gai. Chân bờ III, đốt ngón có 1 vuốt lớn và 5 - 6 tơ cứng dạng gai ở mép. Chân bờ V có 42 - 52 tơ ở mép ngón. Nhánh trong chân bơi I của con đực hình chữ nhật, phân phụ ngọn vượt quá mép trên của nhánh trong khoảng 0,4 chiều dài của nó. Phân phụ trong của chân bơi II của con đực hẹp nhỏ, đạt tới 0,4 lần chiều dài phân phụ đực.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.5. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina cucphuongensis* Dang, 1980

Nơi sống: Các suối nhỏ trong rừng, nước sạch với nền đáy sỏi, đá và cát.

Phân bố (Hình 3.5):

- + Việt Nam: Ninh Bình (Cúc Phương)
- + Trên thế giới: Mới chỉ được ghi nhận ở Việt Nam

Nhận xét:

Tương tự *Caridina clinata*, loài *C. cucphuongensis* có công thức mang giống với các loài *Paracaridina* Liang, Guo & Tang, 1999, cụ thể: có 5 đôi mang phát triển, 2 đôi mang ở chân hàm III suy giảm, 1 đôi mang ở chân hàm II phát triển, không có mang ở đôi chân bò I, các nhánh bên hình móc phát triển ở chân hàm thứ III, IV và chân bò I [86].

Loài *Caridina cucphuongensis* giống loài *C. clinata* Cai, Quynh & Ng, 1999, ở các đặc điểm: chùy ngắn và hình dạng nhánh trong chân bơi I con đực. Tuy nhiên có thể phân biệt 2 loài này ở đặc điểm: công thức răng chùy là 1 - 3 + 5 - 7/0 - 2 so với 2 - 5 + 10 - 10/2 - 5, gai râu dài tới đầu đốt 2 cuống râu thứ 1 so với không dài quá cuối đốt gốc cuống râu thứ 1; phần phụ trong chân bơi II của con đực đạt tới 0,4 lần chiều dài phần phụ đực so với 0,8 lần chiều dài phần phụ đực và tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 18 - 21 gai so với 14 - 17 gai. So sánh khoảng cách di truyền gen 16S giữa 2 loài *C. cucphuongensis* và *C. clinata* là 4,5%, điều này cũng củng cố thêm nhận định nhận định về mặt hình thái, 2 loài này là 2 loài tách biệt. Sơ đồ quan hệ phát sinh cũng chỉ rõ hai loài thuộc về hai nhánh tách biệt nhau rõ ràng.

(5) *Caridina excavatoides* Johnson, 1961

Caridina excavatoides Johnson, 1961: 127, fig 3 - 13 [Địa điểm chuẩn: Kedah, Malaysia] [26].

Synonym: *Caridina uminensis* Dang & Do, 2007: 6 - 8, các hình 5 - 6. [Địa điểm chuẩn: Vườn Quốc gia U Minh Thượng, Kiên Giang, Việt Nam] [68].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 2,9 - 3,4 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,5 - 4 mm) thu được ở Kiên Giang (U Minh Thượng), 5 cá thể đực (CL: 3,0 - 3,5 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,5 - 3,9 mm) thu được ở An Giang (An Phú).

Đặc điểm nhận dạng: Chùy dài bằng cuống râu, đầu chùy cong. Gai râu dài gần bằng đốt gốc cuống râu. Công thức răng chùy (11 + 4)/4. Ngón chân bò III có 6 - 8 gai, ngón chân bò V có 60 gai. Đuôi có 3 đôi tơ đôi ngoài cùng dài nhất. Tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 12 - 13 gai. Có gai trước gờ hậu môn, kích thước trứng 0,78 × 0,48 mm.

Nơi sống: Các sông, kênh, rạch, hồ vùng đất thấp.

Phân bố:

- + Việt Nam: An Giang (An Phú), Kiên Giang (U Minh Thượng).
- + Trên thế giới: Indonesia (Sumatra) và bán đảo Malaysia [88].

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài giống mô tả *Caridina excavatoides* Johnson, 1961 [89].

Các mẫu vật của loài *C. uminensis* của Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tứ (2007) thu thập được từ địa điểm chuẩn hoàn toàn giống với mô tả về loài *C. excavatoides*. Do đó có thể cho rằng loài *C. uminensis* là synonym của *C. excavatoides*. Loài này có đặc điểm là đốt bụng VI mập hơn, nhỏ hơn 0,6 lần so với chiều dài giáp đầu ngực, dài bằng 1,8 lần so với chiều dài đốt bụng V; nhánh trong chân bơi I của con đực thon, dài gấp 2,7 lần so với chiều rộng; trứng có kích thước nhỏ 0,60 - 0,78 × 0,40 - 0,48 mm [68]. Về mặt di truyền giữa loài được xác định là *C. excavatoides* ở Việt Nam và của *C. excavatoides* của Thái Lan có khoảng cách di truyền (16S) là 0,28%, phù hợp với nhận định về mặt hình thái.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.6. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina excavatoides* Johnson, 1961

(6) *Caridina gracilipes* De Man, 1892

Caridina Wyckii var. *gracilipes* De Man, 1892: 387; fig 29e - k [Địa điểm chuẩn: sông Maros; Makassar; suối ở Balangnipa; Palima sông Tjenrana; Pampanua (Celebes); Saleyer, từ sông Bonéa] [23].

Synonym: *Caridina nilotica* var. *bengalensis* - De Man (1908): 265; các fig 6 - 6b [Địa điểm chuẩn: Cảng Canning và Dhappa, Calcutta] [90].

Caridina acuticaudata Dang, 1975: 70, hình 4. [Địa điểm chuẩn: sông Bôi, Hòa Bình, Việt Nam] [63]; Đặng Ngọc Thanh và cs. (1980): 407 - 409, hình 232 [64]; Đặng Ngọc Thanh & Hồ Thanh Hải (2012): 137 - 140, hình 47 [71].

Mẫu vật nghiên cứu: Mỗi địa điểm (Chi tiết trong phụ lục) 5 cá thể đực (CL: 3,2 - 3,9 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,8 - 5,1 mm).

Đặc điểm nhận dạng: Chủy dài hình kiếm, héch lên; mép trên 16 - 27 (1 - 3), mép dưới có 11 - 15 răng. Đốt đuôi có 3 cặp gai ở ngọn và 4 cặp gai lưng. Nhánh nhọn chân đuôi 8 - 9 gai. Ngón chân bò III có 7 - 8 gai, ngón chân bò V có 40 - 50 gai. Chân bơi I con đực không có phần phụ trong. Chân bơi II con đực có phần phụ trong dài bằng 1/2 phần phụ đực. Trứng nhỏ có đường kính 0,46 × 0,30 mm.

Nơi sống: Các sông và hồ ở vùng đất thấp, bao gồm cửa sông.

Phân bố:

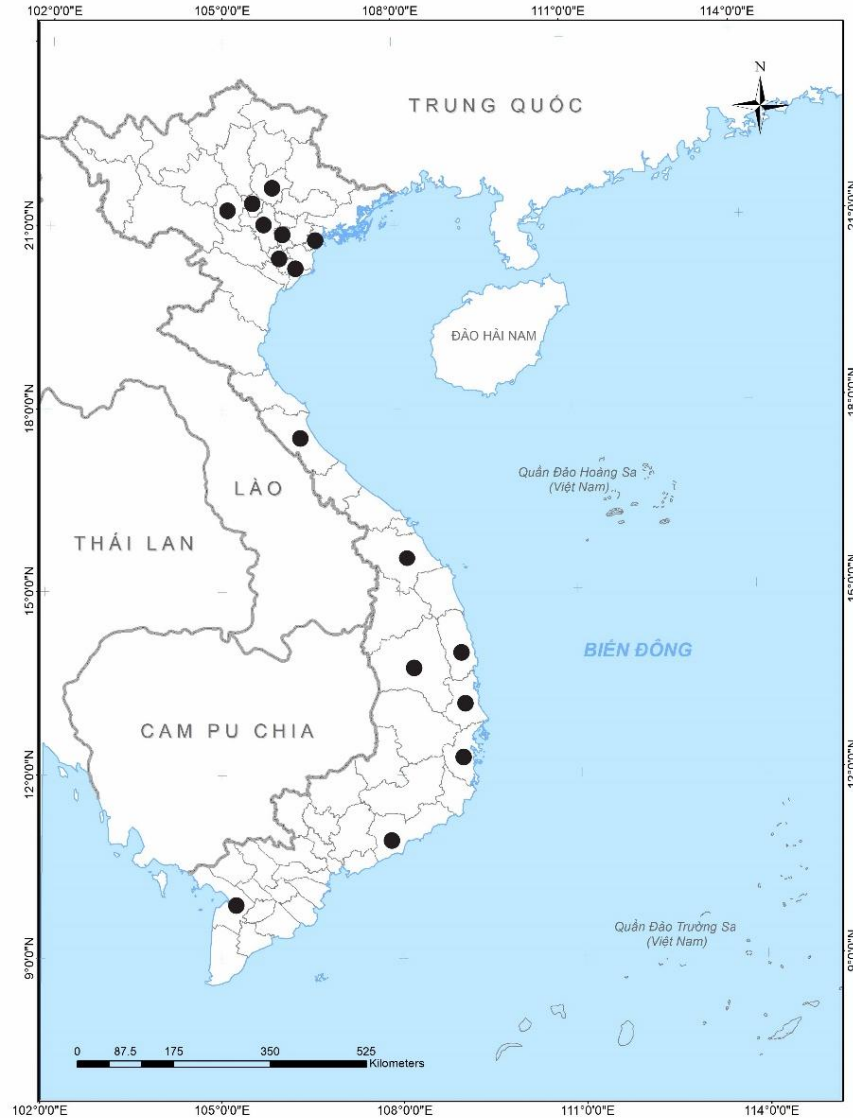
+ Ở Việt Nam, loài có phân bố rộng tại ở cả miền bắc và miền nam Việt Nam.

+ Trên thế giới: Trung Quốc (An Huy, Phúc Kiến, Quảng Đông, Hồ Bắc, Hồ Nam, Giang Tây, Chiết Giang); Indonesia (Papua, Sulawesi); Malaysia (Sarawak); Philippines; Singapore [27].

Nhận xét: Đặc điểm hình thái mẫu vật thu thập được phù hợp với mô tả của của De Man về loài *Caridina wyckii* var. *gracilipes* [23].

Đặng Ngọc Thanh (1975) mô tả loài *C. acuticaudata* Dang, 1975 chủ yếu dựa trên sự vắng mặt của phần phụ trong ở nhánh trong chân bơi I con đực, loài *C. acuticaudata* cũng được đề cập đến các công bố của tác giả và cộng sự sau này [64,69,91]. Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) đã nhận xét rằng loài này là loài đặc hữu ở miền Bắc Việt Nam, trong lưu vực sông Hồng [71]. Tuy nhiên, dựa trên mô tả của các tác giả này và phân tích mẫu vật thu được ở nhiều địa điểm của Việt Nam, có thể xác định rằng *C. acuticaudata* chính là *C. gracilipes* De Man, 1892. Những loài có nhiều trùng với kích thước nhỏ (đường kính 0,5 mm) thường là dạng di cư sông biển, một dạng vòng đời sống giữa vùng nước ngọt và nước mặn, phổ biến ở tôm Caridea nước ngọt nhiệt đới và cận nhiệt đới. Trong đó, tôm trưởng thành sống, sinh sản và đẻ ra các phôi có kích thước nhỏ trong nước ngọt nhưng có thời gian phát triển ấu trùng kéo dài trong nước biển [31] và phân bố rộng rãi. Loài này có phân bố rộng rãi ở các

nước châu Á như Trung Quốc, Indonesia, Malaysia, Philippines và Singapore [27]. Phân tích di truyền dựa trên đoạn gen 16S, các mẫu *C. gracilipes* thu được ở Việt Nam với mẫu thu được ở Sulawesi Indonesia (được công bố trên Genbank) tạo thành một nhánh riêng biệt (Hình 3.48).



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.7. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina gracilipes* De Man, 1892 tại Việt Nam

(7) *Caridina gracillima* Lanchester, 1901

Caridina gracillima Lanchester, 1901: 560, fig 1. [Địa điểm chuẩn: hồ bên trong của Tale Sap, miền Nam Thái Lan] [92].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 2,9 - 3,8 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,8 - 4,5 mm) thu ở Quảng Ninh (Tiên Yên), (CL: 2,8 - 3,8 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,6 - 4,3 mm) thu ở Ninh Bình (Bến Đê), (CL: 3,0 - 3,7 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,9 - 4,6

mm) thu ở Định Quán (Đồng Nai), (CL: 2,8 - 3,7 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,5 - 4,4 mm) thu ở An Giang (An Phú).



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.8. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina gracillima* Lanchester, 1901

Đặc điểm nhận dạng: Chủy có đầu chẻ đôi, hếch lên, dài vượt quá vảy râu, mép trên 6 - 9 răng, mép dưới 17 - 23 răng. Gai râu dài bằng 0,8 lần đoạn gốc cuống râu I. Đốt đuôi có 3 cặp gai ở đầu và 5 cặp gai ở lưng. Không có gai gờ hậu môn. Ngón chân bò III có 6 - 8 gai, ngón chân bò V có 32 - 49 tơ gai. Chân bơi I con đực có nhánh trong dài bằng 0,2 lần nhánh ngoài, không có phần phụ trong. Kích thước trứng $0,75 \times 0,48$ mm.

Nơi sống: Sông, suối và hồ vùng đất thấp.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Quảng Ninh (Tiên Yên), Ninh Bình (Bến Đê), Quảng Trị (Gio Linh), Định Quán (Đồng Nai), An Giang (An Phú), Kiên Giang (Kiên Lương).

+ Trên thế giới: Thái Lan [93] và bán đảo Mã Lai [27].

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài *Caridina gracillima* Lanchester, 1901 [92].

Loài *Caridina gracillima* có nhiều đặc điểm giống với loài *C. gracilirostris* như: Chủy rất dài, xượt xa rìa của vảy râu; phần đốt ống của càng I ngắn và không có phần phụ trong chân bơi I của con đực [92]. Tuy nhiên, có thể phân biệt loài hai loài này ở các đặc điểm: kích thước trứng *C. gracillima* lớn hơn ($0,75 \times 0,48$ mm so với $0,40 \times 0,25$ mm) và không có gai so với có gai trước gờ hậu môn [27, 71]. Nguyễn Văn Xuân (1999) cũng đã ghi nhận loài này từ miền Nam Việt Nam [66]. Cây phát sinh quan hệ di truyền dựa trên gen 16S, cũng cho thấy các mẫu *C. gracillima* thu được ở Việt Nam với mẫu thu được ở Malaysia (được công bố trên Genbank) tạo thành một nhánh riêng biệt (Hình 3.48).

(8) *Caridina gracilirostris* De Man, 1892

Caridina gracilirostris De Man, 1892: 399, fig 31a - 31c. [Địa điểm chuẩn: sông gần Maros, Sulawesi (Celebes), Indonesia] [23].

Mẫu vật nghiên cứu: trong các mẫu vật nghiên cứu sinh thu được và kế thừa không có loài *C. gracilirostris*.

Đặc điểm nhận dạng: Theo Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012), loài có chủy cong lên ở giữa chủy, dài vượt qua đầu vảy râu I; răng trên chủy ít 6 - 9 răng, mọc cách xa nhau. Đốt đuôi có 3 đôi tơ. Có gai trước gờ hậu môn [71].

Nơi sống: Sông, suối và hồ vùng đất thấp [71].

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Ninh Bình, Nam Định, Quảng Trị, Quảng Bình, U Minh Thượng [71].

+ Trên thế giới: Campuchia; Fiji; Ấn Độ; Indonesia (Kalimantan, Lesser Sunda island, Papua, Sulawesi, Sumatera); Nhật Bản; Madagascar; Malaysia (Peninsular Malaysia, Sarawak); Palau; Philippines; Singapore; Đài Loan; Thái Lan [71].

Nhận xét:

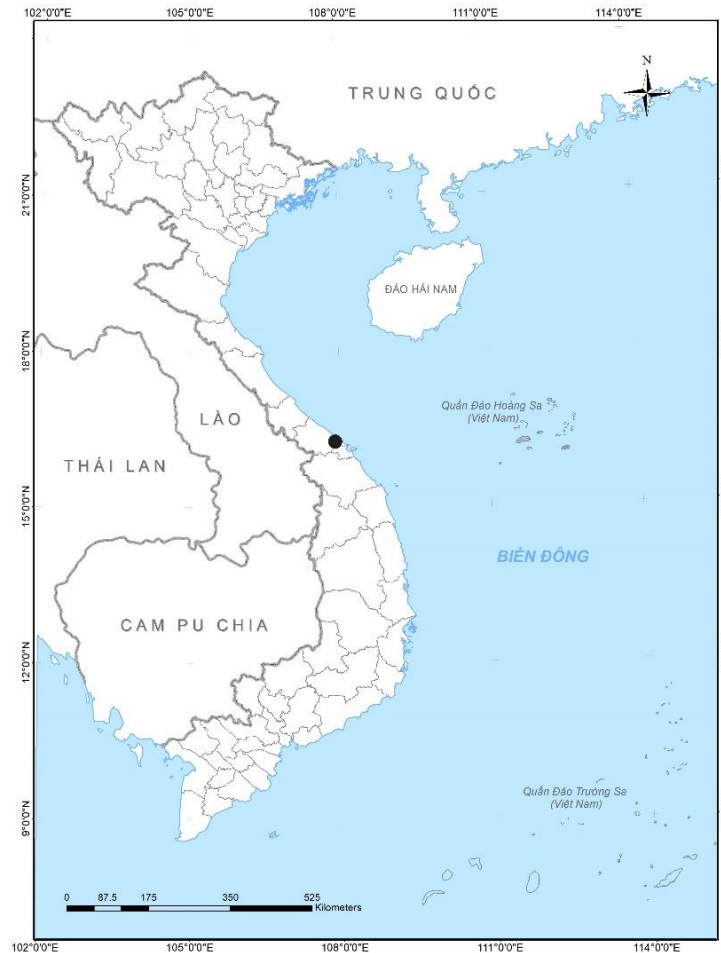
Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tứ (2007), Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) ghi nhận *C. gracilirostris* ở Việt Nam. So sánh mô tả về loài này giữa các tác giả trên với Cai & Ng (2007), quần thể Việt Nam có kích thước trứng lớn hơn ($0,80 \times 0,5 - 0,55$ mm so với $0,40 \times 0,25$ mm) và sự xuất hiện của gai trước gờ hậu môn là không ổn định (có hoặc không có so với có) [71, 91]. Những đặc điểm của *C. gracilirostris* được mô tả bởi Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tứ (2007), Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) giống với *C. gracillima* Lanchester, 1901 [68,

71, 92], như vậy rất có thể *C. gracilirostris* trong mô tả của các tác giả Việt Nam là sự trộn lẫn của hai loài này.

(9) *Caridina haivanensis* Do & Dang, 2010

Caridina haivanensis Do & Dang, 2010: 29 - 31, các hình 1 - 2. [Địa điểm chuẩn: đèo Hải Vân, Thừa Thiên Huế, Việt Nam] [70].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 3,5 - 5,7 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,7 - 6,9 mm) mẫu thu ở đèo Hải Vân, Thừa Thiên Huế, Việt Nam.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.9. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina haivanensis* Do & Dang, 2010

Đặc điểm nhận dạng: Chủy ngắn dài tới cuối đốt 1 cuống râu, công thức răng chủy (0 - 3 + 0)/(0 - 1). Gai râu dài gần tới cuối đốt 1 cuống râu. Chân bò III có 6 gai ở ngón, chân bò V có 30 - 40 gai. Phần phụ ngón chân bơi I con đực dài quá nhánh trong. Phần phụ trong chân bơi II của con đực nhỏ, mảnh dài xấp xỉ 1/2 phần phụ đực. Trứng có kích thước lớn.

Nơi sống: Các suối nhỏ trong rừng, nước sạch, nền đáy đá, sỏi, cát.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Thừa Thiên Huế (đèo Hải Vân)

+ Trên thế giới: Chỉ mới ghi nhận ở Việt Nam.

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài *Caridina haivanensis* của tác giả Đỗ Văn Tú và Đặng Ngọc Thanh (2010) [70]. Về mặt di truyền giữa loài *C. haivanensis* với loài *C. clinata* có quan hệ khá gần gũi với khoảng cách di truyền gen 16S là 2,6%, tuy nhiên về mặt hình thái hai loài này có sự khác nhau rất lớn ở hình dáng chủy, công thức răng chủy và hình dáng phần phụ đực chân bơi I con đực. Sơ đồ quan hệ di truyền cũng cho thấy đây là hai loài độc lập nằm trên các nhánh tách biệt nhau.

(10) *Caridina johnsoni* Cai, Ng & Choy, 2007

Caridina johnsoni Cai, Ng & Choy, 2007: 301; các hình 15 - 16. [Địa điểm chuẩn: Hồ chứa nước Lower Peirce, nhánh phía bắc Singapore] [94].

Mẫu vật nghiên cứu: Mỗi địa điểm (Chi tiết trong phụ lục) 5 cá thể đực (CL: 2,5 - 2,9 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,0 - 3,6 mm).

Đặc điểm nhận dạng: Chủy cong hình chữ S, dài không quá đốt 2 cuống râu, gai râu dài tới 0,8 lần đốt gốc cuống râu. Công thức răng chủy (3 - 4 + 10 - 17)/(0 - 4), gờ hậu môn không có gai, có cá thể có gai. Ngón chân bò III có 1 móng và 6 - 7 gai, ngón chân bò V có 55 - 69 gai, tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 11 - 13 gai. Kích thước trứng cỡ $0,61 \times 0,43$ mm.

Nơi sống: Các hồ, sông, suối các vùng đất thấp.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Quảng Nam (Hội An), Hồ Chí Minh (Hóc Môn, sông Sài Gòn), An Giang (Tri Tôn), Đồng Nai (Định Quán), Kiên Giang (Giang Thành, Kiên Lương).

+ Trên thế giới: Indonesia (Kalimantan); Malaysia (Peninsular); Singapore; Thái Lan.

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *C. johnsoni* của Cai, Ng & Choy (2007) [94].

Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) có mô tả loài *C. propinqua*, có nhiều đặc điểm về chủy, công thức răng chủy, gai râu, các ngón và tỷ lệ tương đối giống với *C. propinqua* trong mô tả của De Man (1908) và *C. johnsoni* Cai, Ng & Choy, 2007 [94] [90]. Tuy nhiên, trong mô tả của Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải *C. propinqua* có kích thước trứng là $0,65 - 0,7 \times 0,4 - 0,45$ mm và tỷ lệ dài/rộng của đốt ống chân bò thứ 2 là 5,8 khác với mô tả loài *C. propinqua* của Cai và cs. (2007) lần lượt là $0,38 - 0,54 \times 0,25 - 0,3$ mm và 6,4 - 7,9 đặc điểm này lại giống

với mô tả loài *C. johnsoni* lần lượt là $0,6 \times 0,4$ mm và 6,0 [94]. Từ các mẫu vật thu thập được và từ mô tả của Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) có thể xác định rằng *C. propinqua* trong mô tả của Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải là *C. johnsoni* Cai, Ng & Choy, 2007. So với mô tả ban đầu, những mẫu vật được xác định là *C. johnsoni* từ Việt Nam đôi khi cũng có gai trước gờ hậu môn. Về mặt di truyền cũng cho thấy các mẫu *C. johnsoni* không phải là *C. propinqua* với khoảng cách di truyền gen 16S với với mẫu *C. propinqua* thu được ở Sri Lan ka (mẫu được công bố trên Genbank) là 15,8%. Sơ đồ quan hệ phát sinh cho thấy loài *C. Propinqua* nằm trên nhánh độc lập với loài *C. johnsoni*.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.10. Sơ đồ phân bố của loài *Caridina johnsoni* ở Việt Nam

(11) *Caridina lanceifrons* Yu, 1936

Caridina lanceifrons Yu, 1936: 89, fig 4 - 7. [Địa điểm chuẩn: Gần ngọn hải đăng ở Haikiu-sche Yu 1936; Địa điểm chuẩn mới: hồ gần thành phố Qiongschan, Haikou, Hải Nam, Trung Quốc (chỉ định bởi Cai, 2014) [95, 96].

Synonym:

Caridina flavilineata Dang, 1975: 70 - 71, hình 5. [Địa điểm chuẩn: Nam Hà, miền Bắc Việt Nam] [63].

Caridina vietriensis Dang & Do, 2007: 9 - 10, các hình 7 - 8. [Địa điểm chuẩn: Việt Trì, Phú Thọ, Việt Nam] [68].

Caridina pseudoflavilineata Do & Dang, 2010: 31 - 34, các hình. 3 - 4. [Địa điểm chuẩn: đèo Hải Vân, Thừa Thiên Huế, Việt Nam] [70].

Mẫu vật nghiên cứu: Mỗi địa điểm 5 cá thể đực (CL: 3 - 4,9 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,6 - 5,6 mm) (Chi tiết trong phụ lục).

Đặc điểm nhận dạng: Chủy thẳng, dài gần bằng hoặc vượt ra ngoài phần cuối của cuống râu, dài bằng 0,6 lần chiều dài giáp đầu ngực. Gai cuống râu dài bằng 0,72 lần chiều dài của đốt gốc cuống râu. Nhánh trong chân bơi I cá thể đực bằng 0,4 lần nhánh ngoài. Phần phụ đực của chân bơi II cá thể đực đạt tới khoảng 0,58 chiều dài nhánh trong, phần phụ trong ở khoảng giữa phần phụ đực, mảnh, nhỏ.

Nơi sống: Các sông, suối vùng núi và đồng bằng, đôi khi bắt gặp ở vùng cửa sông.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: loài này phân bố rộng rãi ở miền Bắc Việt Nam (từ tỉnh Quảng Nam trở ra).

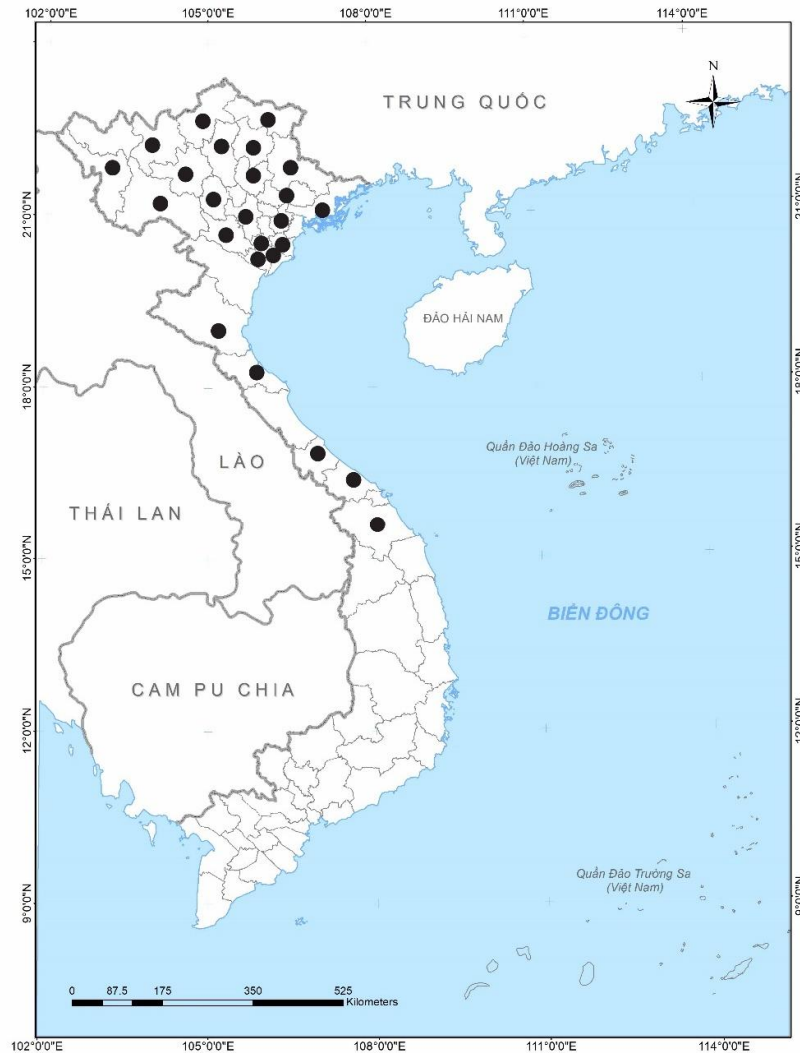
+ Trên thế giới: Trung Quốc (Phúc Kiến, Quảng Đông, Quảng Tây, Hải Nam, Hồ Nam), Thái Lan. [65, 96 - 98].

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái của các mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả hình thái loài *Caradina lanceifrons* Yu, 1936, và mô tả lại của Liang (2004) và Cai (2014) với [12, 82, 96].

Theo Li và Liang (2002), *Caridina flavilineata* Dang, 1975 là synonym của *Caridina lanceifrons* Yu (1936) [99]. Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tú (2008) và Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) nhận xét rằng mặc dù *C. flavilineata* rất giống với *C. lanceifrons*, nhưng chúng có thể phân biệt bằng một số đặc điểm như màu sắc cơ thể, kích thước trứng, phần phụ đực, phần phụ trong và chủy [69, 71]. Qua kiểm tra rất nhiều mẫu vật của loài *C. flavilineata* được thu thập từ nhiều nơi ở miền Bắc Việt Nam, bao gồm cả những khu vực của địa điểm chuẩn (Hà Nam, Nam Định), cho thấy thấy rằng màu xanh sẫm hoặc đen trên toàn cơ thể, đặc biệt dải màu

vàng chạy dọc sống lưng, chỉ xuất hiện ở những cá thể cái và không ổn định ở mọi quần thể; kích thước trứng giống với *C. lanceifrons* ($0,9 - 0,95 \times 0,5 - 0,6$ so với $0,84 - 0,9 \times 0,56 - 0,62$), phần phụ đực, phần phụ trong và chùy không thể hiện sự khác biệt lớn. Sau khi kiểm tra nhiều mẫu vật từ Việt Nam, Liang (2004) cũng nhận xét rằng không có sự khác biệt giữa hai loài này [12].



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.11. Sơ đồ phân bố loài *C. lanceifrons* Yu, 1936 ở Việt Nam

C. lanceifrons rất phổ biến ở Nam Trung Quốc, đặc biệt là ở Hải Nam, Quảng Đông, Quảng Tây và có thể cả Phúc Kiến [12]. Ở sông Long Châu chảy vào miền Bắc Việt Nam, loài này rất nhiều. Do đó, nó có thể di chuyển lên các sông suối và phân bố rộng khắp miền Bắc Việt Nam. Dựa trên các mẫu vật thu thập được từ nhiều địa điểm ở Việt Nam, mô tả của Đặng Ngọc Thanh (1975) và Yu (1936) và kết quả phân tích về mặt sinh học phân tử, đã chứng minh nhận định của Li và Liang (2002), Liang (2004) và

Cai (2014) rằng *C. flavilineata* Dang, 1975 là synonym của *C. lanceifrons* Yu, 1936 [12, 96, 99].

Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tú (2007) đã mô tả *Caridina vietriensis* từ Bắc Việt Nam. Theo các tác giả này, loài này khác với *C. flavilineata* ở các đặc điểm của chủy, nhánh trong chân bơi I của con đực và màu sắc cơ thể. Tuy nhiên, các tác giả này đã không chỉ ra những điểm khác biệt một cách rõ ràng và cũng không so sánh *C. vietriensis* với *C. lanceifrons* [68]. Dựa trên các mô tả của Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tú (2007) và kiểm tra các mẫu vật được thu thập từ tỉnh Phú Thọ, địa điểm chuẩn của loài và các khu vực xung quanh, có thể coi *C. vietriensis* như là synonym của *C. lanceifrons*.

Đỗ Văn Tú và Đặng Ngọc Thanh (2010) cũng mô tả loài *C. pseudoflavilineata* Do & Dang, 2010 từ đèo Hải Vân [70]. Hai tác giả trên đã không so sánh *C. pseudoflavilineata* với *C. lanceifrons* nhưng đã so sánh với *C. flavilineata*. Theo đó, loài *C. pseudoflavilineata* có chủy ngắn hơn, vuốt nhọn hơn; hình dáng nhánh trong chân bơi I con đực có sai khác, kích thước trứng lớn hơn; số lượng tơ cứng dạng gai ở ngón chân bò V và tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi ít hơn. Tuy nhiên, dựa trên các mô tả và minh họa bởi các tác giả này và kiểm tra nhiều mẫu vật thu thập được ở xung quanh địa điểm chuẩn như Thừa Thiên Huế, Đà Nẵng và Quảng Nam, có thể kết luận rằng *C. pseudoflavilineata* hoàn toàn giống với *C. lanceifrons*. Chủy đạt tới cuối đốt thứ ba của cuống râu với đỉnh nhọn, nhánh trong chân bơi I con đực tựa hình tam giác, đốt ngón của chân bò thứ năm với 25 - 28 tơ cứng dạng gai, tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi với 14 - 15 tơ cứng dạng gai đều là những đặc điểm của loài *C. lanceifrons* [12,70,96]. Không có bất kỳ đặc điểm rõ ràng nào để phân biệt hai loài này, ngoại trừ trứng của *C. lanceifrons* nhỏ hơn một chút so với trứng của *C. pseudoflavilineata* (0,9 - 0,8 × 0,5 - 0,6 mm so với 1,1 × 0,5 mm).

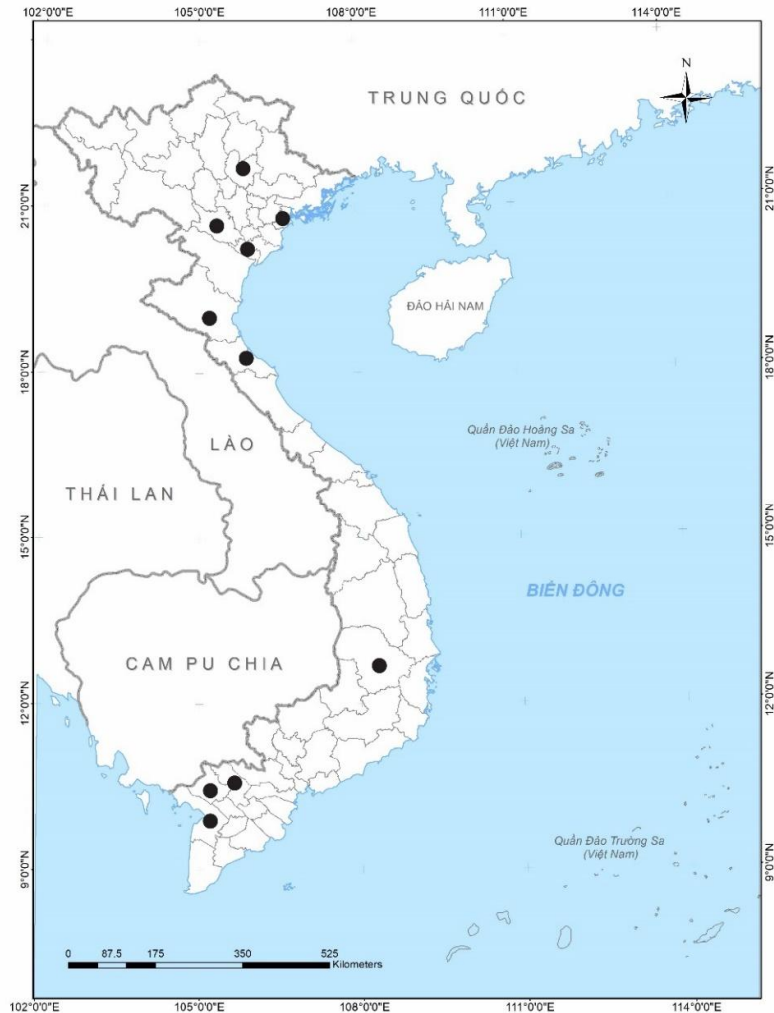
Như vậy, các quần thể ở Việt Nam không cho thấy sự khác biệt quan trọng khi so sánh với mô tả gốc của loài *Caridina lanceifrons* Yu, 1936 hoặc các mô tả lại bởi Liang (2004) và Cai (2014) [12,82,96]. Ba loài bao gồm *C. flavilineata* Dang, 1975, *C. vietriensis* và *C. pseudoflavilineata* Do & Dang, 2010 [70] được coi là synonym của *C. lanceifrons*.

(12) *Caridina macrophora* Kemp, 1918

Caridina nilotica var. *macrophora* Kemp, 1918: 277; hình 9. [Địa điểm chuẩn: Tale Sap, Thái Lan] [93].

Synonym: *Caridina subnilotica* Dang, 1975: 69; hình 3. [Địa điểm chuẩn: Hà Nội, Việt Nam] [63].

Mẫu vật nghiên cứu: Mỗi địa điểm 5 cá thể đực (CL: 2,4 - 3,0 mm), 5 cá thể cái (CL: 2,9 - 3,5 mm) (Chi tiết trong phụ lục).



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.12. Sơ đồ phân bố loài *Caridina macrophora* Kemp, 1918

Đặc điểm nhận dạng: Chủy dài vượt quá vây râu, cong lên ở phía xa. Có 13 - 20 răng trên chủy, trong đó 1 - 3 răng nằm trên giáp đầu ngực, răng dưới chủy 10 - 16. Đốt đuôi có 4 - 5 đôi gai trên lưng, ngọn có 4 - 5 đôi gai. Chân bò III có 7 - 9 gai ở ngón, ngón chân bò V có 35 - 45 gai. Chân bơi I của con đực phần phụ trong kém phát triển chủ yếu ở dạng vết. Chân bơi II của con đực có phần phụ trong dài bằng 1/2 phần phụ đực, trứng có kích thước lớn 0,89 - 0,96 × 0,52 - 0,58 mm.

Nơi sống: Các thủy vực hồ, sông, suối vùng đất thấp, bao gồm cả vùng cửa sông và ven biển.

Phân bố:

- + Ở Việt Nam: Hải Phòng, Hòa Bình, Ninh Bình, Đắk Lắk, An Giang, Đồng Tháp.
- + Trên thế giới: Trung Quốc (đảo Hải Nam), Thái Lan.

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái của các mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *C. macrophora* của Kemp (1918) [93].

Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) cho rằng loài *C. subnilotica* Dang, 1975 không hẳn là phân loài đã biết *C. nilotica macrophora* Kemp, 1918, mà là 1 taxon khác với các đặc điểm: chủy hẹp và dài hơn, thường vượt quá vảy râu II với phần gốc cạnh trên chủy ít cong hơn nhưng cong nhiều về phía ngọn, số răng chủy nhiều hơn; càng I có phần kẹp dài hơn đốt ống (1,4 lần), càng II có đốt ống mảnh, dài xấp xỉ phần kẹp (1,1 lần); nhánh trong chân bơi I con đực có hình côn nhọn đầu, với vết hoặc nhú của phần phụ trong; phần phụ đực ở chân bơi II con đực cũng như phần phụ trong có cấu tạo khác với *C. nilotica macrophora*; độ dài cơ thể nằm trong khoảng 16 - 22 mm; kích thước trứng trong khoảng 0,85 - 1,0 × 0,55 - 0,65 mm. Tuy nhiên, các tác giả trên cũng nhận xét thêm rằng cũng có thể coi loài *C. subnilotica* như một phân loài của *C. nilotica*, đặc trưng cho các thủy vực nước ngọt đồng bằng miền Bắc Việt Nam [99]. Liang (2004) cho rằng *C. subnilotica* là synonym của *C. nilotica macrophora* Kemp, 1918 [12]. Các mẫu vật thu thập được trong luận án này ở nhiều vùng miền của Việt Nam cũng không cho thấy sự khác biệt đáng kể về hình thái giữa hai loài này nên có thể coi *C. subnilotica* Dang, 1975 là synonym của *C. macrophora* Kemp, 1918 (giống như quan điểm của các tác giả Trung Quốc).

(13) *Caridina mertoni* Roux, 1911

Caridina mertoni Roux, 1911: 84. [Địa điểm chuẩn: Elat, đảo Grand-Kei; giữa Elat và Ohinangan, đảo Grand-Kei; Enraalan, đảo Grand-Kei; Warka, đảo Grand-Kei, Indonesia] [100].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 2,9 - 4,3 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,7 - 5,3 mm) thu được từ tỉnh Ninh Thuận

Đặc điểm nhận dạng: Chủy thẳng hoặc hơi cong xuống, công thức răng chủy (12 - 19 + 2 - 5)/(4 - 9). Vảy râu đạt tới 0,78 chiều dài của đoạn gốc của cuống râu 1. Chân bò III có 5 - 6 lông tơ dạng gai ở ngón. Chân bò V có 27 - 44 lông tơ dạng gai ở đốt ngón. Đốt đuôi có bốn cặp gai lưng và đầu ngọn có 5 - 8 tơ.

Nơi sống: Các suối trong rừng, nước sạch, nền đáy đá, sỏi.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Ninh Thuận.

+ Trên thế giới: Indonesia.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.13. Sơ đồ phân bố loài *Caridina mertoni* Roux, 1911 ở Việt Nam

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả của Roux, 1911 [100] và de Mazancourt và cs. [47].

Kết quả về mặt di truyền cũng khẳng định kết quả về mặt hình thái khi so sánh khoảng cách di truyền gen 16S giữa các mẫu *C. mertoni* ở Việt Nam với mẫu *C. mertoni* ở Indonesia cho kết quả là 0,59%. Sơ đồ quan hệ di truyền cho thấy các mẫu thu thập ở Việt Nam chính xác là loài *C. mertoni*. Đây là ghi nhận đầu tiên về loài này từ Việt Nam. Dựa trên số lượng mẫu đã phân tích được thu thập tại nhiều vùng lãnh thổ ở Việt Nam có thể thấy loài này có phân bố khá hạn chế.

(14) *Caridina namdat* Do, Dang & von Rintelen, 2021

Caridina namdat Do, Dang & von Rintelen, 2021: 231 - 239, fig 2 - 5. [Địa điểm chuẩn: Nậm Dắt, Tân Sơn, Chợ Mới, Bắc Kạn, Việt Nam] [73].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 3 - 4,2 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,9 - 5,1 mm) mẫu thu ở Nậm Dắt, Tân Sơn, Chợ Mới, Bắc Kạn, Việt Nam.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.14. Sơ đồ phân bố loài *Caridina namdat* Do, Dang & von Rintelen, 2021

Đặc điểm nhận dạng: Chủy rất ngắn và mảnh, dài đến giữa đoạn gốc của cuống râu, không có răng. Mắt bị thoái hóa với sắc tố giác mạc nhỏ hơn bình thường, cuống mắt tiêu giảm. Gai râu ngắn, đạt tới 0,8 lần chiều dài của đoạn gốc cuống râu. Đốt đuôi có 3 - 4 cặp lông dạng gai ở ngọn và 4 - 5 cặp lông cứng dạng gai trên lưng. Tầm nhọn nhánh ngoài chân đuôi với 15 - 18 gai. Chân bờ III đốt ngón có 5 - 6 gai. Chân bờ V ngón có 1 móng và 53 - 63 lông cứng dạng gai. Chân bơi I của con đực có phần phụ ngọn vượt quá nhánh trong. Phần phụ trong chân bơi II của con đực dài khoảng 0,7 lần phần phụ đực.

Nơi sống: Các thủy vực trong hang động; nền đáy bùn, cát, sỏi, đá.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Bắc Kạn

+ Trên thế giới: hiện mới ghi nhận ở Việt Nam.

Nhận xét:

Hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *Caridina namdat* của Do và cs. (2021) [73].

Caridina namdat được đặc trưng bởi một số đặc điểm hình thái như mắt hơi thu nhỏ, cuống mắt ngắn, chủy ngắn và không có răng, gai râu ngắn, chân bò II mảnh, nhánh trong chân bơi I của con đực dài, và phần phụ trong chân bơi II của con đực dài. *C. namdat* tương tự như hai loài *C. pseudoserrata* và *C. pacbo*, ở hình dạng của chủy và nhánh trong chân bơi I của con đực. Tuy nhiên, *C. namdat* khác 2 loài trên ở các đặc điểm như mắt suy giảm, cuống mắt ngắn và chủy không có răng. Phân tích về mặt di truyền gen 16S cũng cho thấy sự khác biệt giữa *C. namdat* với *C. pacbo* và *C. pseudoserrata* với khoảng cách di truyền lần lượt là 4,9% và 4,1%. Sơ đồ quan hệ di truyền cho thấy các loài đều thuộc các nhánh cây độc lập với nhau, chứng tỏ chúng là những loài tách biệt.

(15) *Caridina nguyeni* Li & Liang, 2002

Caridina nguyeni Li & Liang, 2002: 709, fig 1 - 2. [Địa điểm chuẩn: Pác Bó, Hà Quảng, Cao Bằng, Việt Nam] [67].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 2,8 - 4,2 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,3 - 4,8 mm) thu ở huyện Hà Quảng tỉnh Cao Bằng.

Đặc điểm nhận dạng: Chủy hình kiếm, dài tới cuối cuống râu I, công thức răng chủy $(11 - 14 + 9 - 12)/5$. Gai râu dài tới cuối đốt cuống râu II. Đốt đuôi có 4 đôi gai ở ngọn, tám ngoài chân đuôi có 12 - 17 gai. Ngón của chân bò III có 5 gai, ngón của chân bò V có 25 - 27 gai. Chân bơi I của con đực có nhánh trong hình hạt đậu, phần phụ trong dài quá đầu nhánh trong 1/2 chiều dài của nó. Phần phụ đực nhánh trong chân bơi II của con đực hình que, phần phụ trong dài bằng 1/3 phần phụ đực.

Nơi sống: Các suối nhỏ vùng núi, nước sạch với nền đáy đá, sỏi

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Cao Bằng.

+ Trên thế giới: Chỉ mới ghi nhận ở Việt Nam

Nhận xét: Đặc điểm hình thái mẫu vật nghiên cứu phù hợp mô tả loài *Caridina nguyeni* Li & Liang, 2002 [99].



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.15. Sơ đồ phân bố loài *Caridina nguyeni* Li & Liang, 2002

(16) *Caridina pacbo* Do, von Rintelen & Dang, 2020

Caridina pacbo Do, von Rintelen & Dang, 2020: 411 - 4118, fig 5 - 7. [Địa điểm chuẩn: Pác Bó, Trường Hà, Hà Quảng, Cao Bằng, Việt Nam] [72].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực, 5 cá thể cái mẫu thu được ở Pác Bó, Trường Hà, Hà Quảng, Cao Bằng, Việt Nam.

Đặc điểm nhận dạng: Chủy hơi cong xuống dưới, dài tới giữa hoặc gần đến cuối đoạn gốc của cuống râu. Gai râu dài qua đốt gốc cuống râu. Phần ngọn đốt đuôi có 4 cặp gai, có 4 - 5 cặp gai lưng. Tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 19 - 20 gai. Chân bò thứ ba mảnh, đốt ngón có 4 - 5 gai. Chân bò V có 28 - 45 gai ở đốt ngón. Chân bơi I của con đực có phần phụ ngọn dài quá nhánh trong. Chân bơi thứ II của con đực phần phụ trong dài bằng 0,6 chiều dài phần phụ đực.

Nơi sống: Các suối nhỏ trong rừng; nước chảy, sạch; nền đáy đá, sỏi và cát.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Cao Bằng

+ Trên thế giới: hiện mới ghi nhận ở Việt Nam.

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *C. pacbo* Do, von Rintelen & Dang, 2020 của Do và cs. (2020) [72].

Loài *Caridina pacbo* đặc trưng bởi chùy ngắn, có các răng ở lưng trên giáp đầu ngực, gai râu dài qua đốt I cuống râu. Loài này có nhiều đặc điểm tương đồng với *C. serrata*, tuy nhiên loài này có thể tách biệt với loài *C. serrata* ở đốt ngón của chân bò đầu tiên dài gấp 2,07 - 2,40 lần chiều rộng so với chiều dài gấp 2,0 lần chiều rộng ở *C. serrata*; nhánh trong chân bơi I của con đực dài gấp 2,86 - 3,33 lần chiều rộng (so với 2,5 lần chiều dài gần nhất của chiều rộng gần nhất ở *C. serrata*). Về mặt di truyền cũng cho thấy *C. pacbo* và *C. serrata* là hai loài tách biệt với khoảng cách là 8,7% (16S).



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

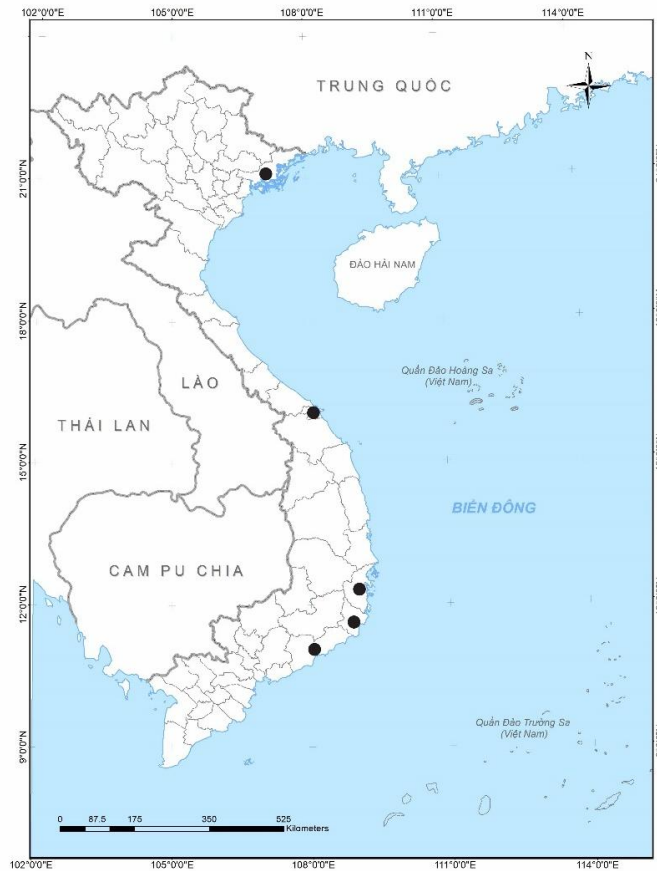
Hình 3.16. Sơ đồ phân bố loài *C. pacbo* Do, von Rintelen & Dang, 2020

(17) *Caridina peninsularis* Kemp, 1918

Caridina brachydactyla peninsularis Kemp, 1918: 279, fig 10. [Địa điểm chuẩn: Botanical Garden, Penang, Malaysia; lectotype được chỉ định bởi Cai, Ng & Choy, 2007] [94].

Mẫu vật nghiên cứu: Mỗi địa điểm 5 cá thể đực (CL: 3,1 - 4,2 mm) và 5 cá thể cái (CL: 3,4 - 5,2 mm) (Chi tiết trong phụ lục).

Đặc điểm nhận dạng: Chủy có chiều dài luôn vượt quá chiều dài của cuống râu, phía đầu hơi hếch, chủy có 21 đến 37 phía lưng, trong đó có 3 hoặc 4 (thường là 3) nằm sau ổ mắt, rìa bụng có 6 - 17 răng. Đốt ngón của chân bò III có 5 đến 7 gai, đốt ngón của chân bò V có từ 29 đến 43 (thường là 36 đến 43) gai. Đốt đuôi có 8 đến 10 ở đầu ngọn, nhánh ngoài chân đuôi có 12 đến 14 gai. Kích thước trứng 0,35 - 0,42 × 0,22 - 0,25 mm.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.17. Sơ đồ phân bố loài *Caridina peninsularis* Kemp, 1918

Nơi sống: Vùng nước lợ có độ mặn thấp và nước ngọt có ảnh hưởng của thủy triều.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Quảng Ninh (đảo Cái Lim), Đà Nẵng (Liên Chiểu, Làng Vân), Khánh Hòa (Ninh Phước), Ninh Thuận (Ninh Hải), Bình Thuận (Tuy Phong).

+ Trên thế giới: Indonesia (Jawa, Sumatera); Malaysia (Peninsular Malaysia, Sabah, Sarawak); Philippines; Singapore; Thái Lan.

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài *Caridina peninsularis* của Kemp (1918) [93].

Kết quả về mặt di truyền cũng khẳng định các nhận định về mặt hình thái, khoảng cách di truyền dựa trên đoạn gen 16S giữa các mẫu xác định là *C. peninsularis* ở Việt Nam với mẫu được công bố trên ngân hàng gen (thu ở Malaysia) là 0 - 0,2%. Sơ đồ quan hệ di truyền cho thấy các mẫu ở Việt Nam chính xác là loài *C. peninsularis*. Đây là ghi nhận đầu tiên về loài này ở Việt Nam.

(18) *Caridina pseudoserrata* Dang & Do, 2007

Caridina pseudoserrata Dang & Do, 2007: 1 - 3, các hình 1 - 2. [Địa điểm chuẩn: sông Bằng, Cao Bằng, Việt Nam] [68].



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.18. Sơ đồ phân bố loài *Caridina pseudoserrata* Dang & Do, 2007

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 3,9 - 4,7 mm), 5 cá thể cái (CL: 4,5 - 5,8 mm) thu ở sông Bằng, Cao Bằng, Việt Nam.

Đặc điểm nhận dạng: Chủy hẹp, ngắn, đầu chủy thẳng hoặc hơi chúc xuống, công thức răng chủy (5 - 14 + 5 - 6)/(1 - 2). Đốt đuôi có 5 đôi gai ở lưng, đầu ngọn

có 5 đôi gai. Tầm nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 19 - 21 gai. Đốt ngón của chân bò III có 5 - 6 gai. Đốt ngón chân bò V có 40 - 45 gai. Chân bơi I con đực hình hạt đậu, phần phụ trong dài bằng đầu nhánh trong. Phần phụ trong chân bơi II hình ngón tay, dài tới quá nửa phần phụ đực.

Nơi sống: Các sông, suối vùng núi

Phân bố:

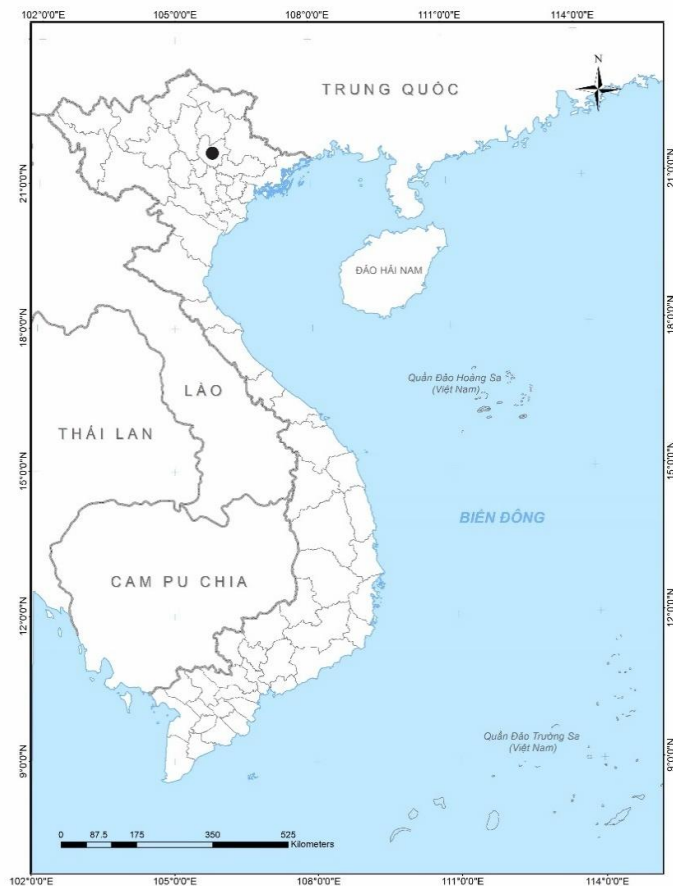
+ Ở Việt Nam: Cao Bằng

+ Trên thế giới: hiện mới ghi nhận ở Việt Nam.

Nhận xét: Đặc điểm hình thái các mẫu vật nghiên cứu giống với mô tả loài *Caridina pseudoserrata* Dang & Do, 2007 của Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tứ (2008) [68].

(19) *Caridina rubropunctata* Dang & Do, 2007

Caridina rubropunctata Dang & Do, 2007: 3 - 6, các hình 3 - 4. [Địa điểm chuẩn: Văn Lãng, Đồng Hỷ, Thái Nguyên, Việt Nam][68].



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.19. Sơ đồ phân bố loài *Caridina rubropunctata* Dang & Do, 2007

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 3,9 - 5,4 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,8 - 5,2 mm) thu ở Đồng Hỷ Thái Nguyên.

Đặc điểm nhận dạng: Loài có nhiều chấm đỏ trên thân, chùy dài tới cuối đốt 2 đến giữa đốt 3 của cuống râu, chùy hình kiếm, công thức răng chùy $(5 - 11 + 5 - 7)/(2 - 4)$. Gai râu dài tới xấp xỉ ngọn đốt thứ 2 cuống râu. Đốt đuôi có 6 đôi gai trên lưng, đầu ngọn có 6 đôi gai. Nhánh nhọn tằm ngoài chân đuôi có 16 - 19 gai. Chân bò III đốt ngón có 4 - 5 gai, chân bò V đốt ngón có 28 - 40 gai. Nhánh trong chân bơi I của con đực có hình tám chữ nhật, phần phụ trong vượt quá đầu nhánh trong. Chân bơi II của con đực có hình que, phần phụ trong dài tới 3/4 phần phụ đực.

Nơi sống: Các suối nhỏ vùng núi, nước sạch với nền đáy đá, sỏi.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Cao Bằng

+ Trên thế giới: hiện mới ghi nhận ở Việt Nam.

Nhận xét: Hình thái của các mẫu vật kiểm tra phù hợp với mô tả về loài *Caridina rubropunctata* Dang & Do, 2007 của Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tứ (2007) [68].

(20) *Caridina serrata* Stimpson, 1860

Caridina serrata Stimpson, 1860: 29. [Địa điểm chuẩn: đồi trên Bekhers, Hồng Kông, Trung Quốc; mẫu chuẩn mới được chỉ định bởi Cai & Ng (1999)] [65].

Mẫu vật nghiên cứu: 10 cá thể đực (CL: 3,2 - 3,9 mm), 5 cá thể cái (CL: 4,0 - 4,3 mm) mẫu thu được đảo Cù Lao Chàm, Hội An, Quảng Nam.

Đặc điểm nhận dạng: Chùy ngắn, thẳng hoặc hơi cong xuống dưới, công thức răng chùy $(0 - 4 + 3 - 10)/(0 - 2)$. Gai cuống râu dài tới gần giữa (0,4 lần) chiều dài của đốt thứ 2 cuống râu. Đốt đuôi có 4 cặp tơ ở đầu ngọn, lưng có 4 - 5 cặp tơ cứng. Tằm nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 20 - 22 tơ cứng dạng gai. Chân bơi I của con đực có phần phụ trong vượt quá mép trên của nhánh trong khoảng 0,4 chiều dài của nó. Phần phụ trong chân bơi II của con đực dài bằng 0,5 lần chiều dài phần phụ đực.

Nơi sống: Các con suối nhỏ, trong rừng nguyên sinh, thứ sinh hoặc cây bụi không bị tác động trên đảo.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Quảng Nam (Hội An, đảo Cù Lao Chàm)

+ Trên thế giới: Trung Quốc (Hồng Kông, đảo Nanao) [65, 101].

Nhận xét:

Đặc điểm hình thái của mẫu vật giống mô tả loài *Caridina serrata* Stimpson, 1860 [102]. Đây là lần đầu tiên ghi nhận loài này tại Việt Nam. Kết quả về mặt di truyền cũng khẳng định kết quả về mặt hình thái, khi khoảng cách di truyền (gen 16S)

giữa các mẫu *C. serrata* tại thu được ở Việt Nam với mẫu *C. serrata* thu ở Hồng Kông (ngân hàng gen) là 0,2%. Sơ đồ quan hệ di truyền cũng cho thấy các mẫu *C. serrata* đều thuộc một nhánh độc lập, chứng tỏ chúng đều thuộc một loài.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.20. Sơ đồ phân bố loài *Caridina serrata* Stimpson, 1860

Đặng Ngọc Thanh và cs. (1980) đã ghi nhận hai phân loài của *Caridina serrata*, đó là *C. serrata serrata* và *C. serrata cucphuongensis* tại Việt Nam [64]. Năm 1999, Cai và Ng đã tu chỉnh nhóm loài *C. serrata* và nhận xét rằng *C. serrata serrata* Dang, 1980 không thuộc nhóm loài này vì chiều dài của chùy dài tới cuối đốt râu 2 cuống râu và gai cuống râu không vượt quá đốt gốc của cuống râu. *C. serrata cucphuongensis* cũng được cho là khác với *C. serrata* (Cai & Ng, 1999) và đã được công nhận là 1 loài chính thức [65]. Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tứ (2007) đã mô tả loài *C. pseudoserrata* từ miền Bắc Việt Nam và đã xác định đây chính là loài đã từng được Đặng Ngọc Thanh và cs. (1980) định loại là *C. serrata serrata* [93]. Khoảng cách di truyền (gen 16S) giữa *C. serrata* với *C. pseudoserrata* và *C. cucphuongensis* lần lượt là 6,4% và 8,9%.

(21) *Caridina temasek* Choy & Ng, 1991

Caridina temasek Choy & Ng, 1991: 266, fig 2 - 5. [Địa điểm chuẩn: suối nước ngọt gần đường Sime, vùng lưu vực MacRitchie, Singapore, khoảng 01°20'14"N 103°48'47"E][103].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 2,1 - 2,7 mm) và 5 cá thể cái (CL: 2,8 - 3,5 mm) thu ở tràm chim Đồng Tháp (Tam Nông); 5 cá thể đực (CL: 2,2 - 2,7 mm) và 5 cá thể cái (CL: 2,9 - 3,4 mm) thu ở An Giang (An Phú).



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.21. Sơ đồ phân bố loài *Caridina temasek* Choy & Ng, 1991

Đặc điểm nhận dạng: Chủy mảnh, đa số cong xuống dưới, lè trên có 14 - 18 răng (4 - 6 răng nằm phía sau rìa ô mắt sau), bụng có 2 - 6 răng. Gai râu dài bằng 0,75 lần chiều dài đoạn gốc cuống râu. Đốt ngón của chân bò III có 6 - 10 gai, đốt ngón chân bò V có 55 - 65 gai giống như chiếc lược. Nhánh ngoài chân bơi có 12 - 16 gai.

Nơi sống: Hồ, sông, suối, kênh rạch vùng đất thấp.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Đồng Tháp (Tam Nông, Vườn Quốc gia Tràm Chim), An Giang (An Phú, Búng Bình Thiên).

+ Trên thế giới: Indonesia (Kalimantan); Malaysia (Peninsular Malaysia, Sarawak); Singapore.

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *Caridina temasek* Choy & Ng, 1991 [103].

Đây là ghi nhận đầu tiên về loài này ở Việt Nam. Loài *C. temasek* khá giống hai loài *C. excavatoides* và *C. tonkinensis* cũng có phân bố ở Việt Nam ở các đặc điểm như: Chùy hơi cong xuống ở phía trước hoặc hình xíchma, không có răng ở phía trước của mép lưng chùy. Tuy nhiên có thể phân biệt loài *C. temasek* với hai loài trên bởi một số đặc điểm, các nhánh bên hình móc phát triển tốt trên cả bốn chân bò đầu tiên so với các nhánh bên hình móc suy giảm trên cả bốn chân ở hai loài trên. *C. temasek* không có gờ hậu môn, kích thước trứng của lớn hơn nhiều so với *C. tonkinensis* và *C. excavatoides*. *C. temasek* có phần phụ đực ở nhánh trong chân bơi I của con đực *C. tonkinensis* và *C. excavatoides* không có. Kết quả về di truyền cũng khẳng định nhận định về mặt hình thái, khi khoảng cách giữa *C. temasek* thu được ở Việt Nam với mẫu công bố trên ngân hàng gen thu được ở Singapore là 1,1%. Sơ đồ quan hệ di truyền cũng cho thấy các mẫu *C. temasek* đều thuộc một nhánh độc lập, chứng tỏ chúng đều thuộc 1 loài.

(22) *Caridina thachlam* Do, Cao, von Rintelen, 2021

Caridina thachlam Do, Cao, von Rintelen, 2021: 425 - 432, fig 2 - 5. [Địa điểm chuẩn: Vườn Quốc gia Cúc Phương, Bô, Thạch Lâm, Thạch Thành, Thanh Hóa, Việt Nam [104].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 3,1 - 4,2 mm) và 5 cá thể cái (CL: 3,8 - 4,5 mm) thu ở Vườn Quốc gia Cúc Phương, Bô, Thạch Lâm, Thạch Thành, Thanh Hóa, Việt Nam.

Đặc điểm nhận dạng: Chùy thẳng, dài đến giữa hoặc gần đến cuối đoạn gốc của cuống râu, công thức chùy (0 - 1 + 0)/(0 - 1). Mắt bị thoái hóa mạnh, giác mạc chỉ còn đốm đen rất nhỏ, không có cuống mắt. Gai râu mập, dài bằng 0,7 lần chiều dài đoạn gốc của cuống râu. Đốt đuôi có 4 - 5 cặp gai ở ngọn, lưng có 4 - 5 cặp gai. Chân bò III có 3 - 5 gai ở đốt ngón. Đốt ngón chân bò V có 39 - 57 tơ gai. Chân bơi I của con đực có phần phụ đực vượt quá mép nhánh trong khoảng 0,3 chiều dài của nó. Phần phụ đực của chân bơi thứ II của con đực có phần phụ trong trong dài 0,5 - 0,6 lần chiều dài phần phụ đực.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.22. Sơ đồ phân bố loài *Caridina thachlam* Do, Cao, von Rintelen, 2021

Nơi sống: Các thủy vực trong hang động; nền đáy bùn, cát, sỏi, đá.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Thanh Hóa (Thạch Thành)

+ Trên thế giới: Hiện mới chỉ ghi nhận ở Việt Nam.

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả của Do và cs. (2021) [104].

Loài này có một số đặc điểm điển hình của các loài tôm riu sống trong hang động đã được mô tả ở Trung Quốc *Caridina demenica* Cai & Li, 1997, *C. acuta* Liang, Chen & Li, 2005 và *C. alba* Li & Li, 2010, ở đặc điểm mắt suy giảm và chủy ngắn. *C. thachlam* có càng I mạnh hơn, chân bơi thứ II của con đực dài gần bằng 0,9 lần chiều dài nhánh trong *C. demenica* có càng I mập hơn, phần phụ đực mập và ngắn [105]. *C. thachlam* có chủy ngắn và không có cuống mắt so với *C. acuta* có chủy dài tới cuối đốt gốc đến giữa đốt thứ hai và vẫn còn cuống mắt [14]. *C. thachlam* cũng được phân biệt với *C. alba* nhờ vào đặc điểm ở chủy, chủy của *C. thachlam* không có răng hoặc có một răng nhỏ ở mặt bụng chủy và một răng ở mặt lưng, trong khi ở

C. alba chủ yếu có 2 - 5 răng ở mặt lưng và 0 - 2 răng ở mặt bụng [106]. Sơ đồ quan hệ di truyền cho thấy *C. thachlam* tách ra thành một nhánh riêng tách biệt với các loài khác đã biết ở Việt Nam.

(23) *Caridina tonkinensis*, Bouvier, 1919

Caridina tonkinensis Bouvier, 1919: 331; 1925: 223 - 224, fig 494 - 496. [Địa điểm chuẩn: vịnh Bắc Bộ, Việt Nam] [10].

Mẫu vật nghiên cứu: trong các mẫu vật NCS thu được và kế thừa không có loài *C. tonkinensis*.

Đặc điểm nhận dạng: Theo Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012), loài có chủy mảnh, đầu ngọn chủy hơi cong về phía ngọn, thường đạt tới cuối thứ 2 cuống râu I. Càng I và càng II có cấu tạo cùng một kiểu. Nhánh trong chân bơi I hình côn, phân phụ trong không phát triển. Có gai trước gờ hậu môn. Trứng có kích thước trung bình: $0,7 - 0,75 \times 0,46 - 0,5$ mm [71].

Nơi sống: Vùng cửa sông.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: miền bắc (Hải Phòng, Nam Định, Thanh Hoá) [71].

+ Trên thế giới: mới chỉ được ghi nhận ở Việt Nam.

Nhận xét: Trong các mẫu NCS đã thu thập và phân tích không có mẫu vật của loài *C. tonkinensis* từ miền Bắc Việt Nam. Ở miền Trung và miền Nam Việt Nam, trong các mẫu thu được có nhiều mẫu vật của loài *C. johnsoni*, một loài có nhiều đặc điểm phân loại rất giống với *C. tonkinensis*. Do địa điểm chuẩn của loài *C. tonkinensis* không rõ ràng, nên cần phải tiến hành khảo sát thêm nhiều địa điểm hơn ở miền Bắc Việt Nam đặc biệt vùng Hải Phòng để có thể thu được mẫu vật và khẳng định phân loại học của loài này, Nam Định và Thanh Hóa.

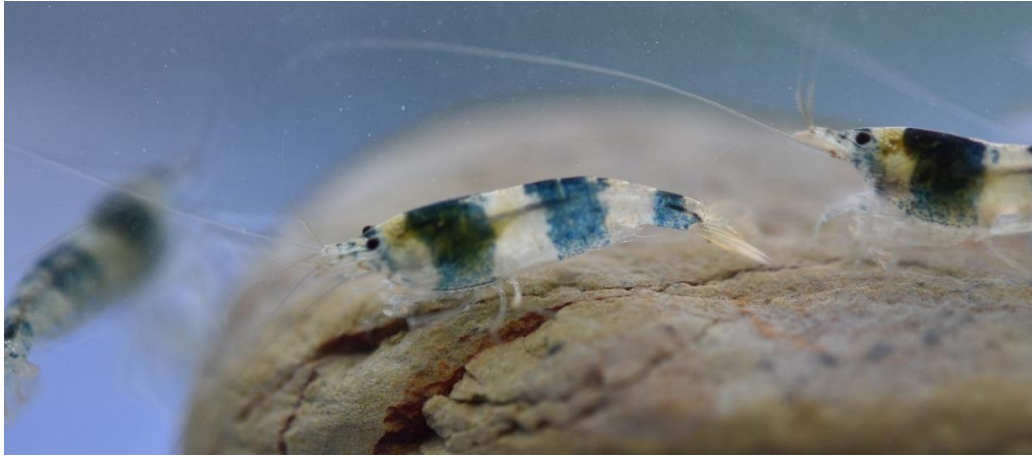
(24) *Caridina tricincta* Do, von Rintelen & Dang, 2020

Caridina tricincta Do, von Rintelen & Dang, 2020: 407 - 411, các hình 2 - 4. [Địa điểm chuẩn: Khu Tịnh, Na Hang, Tuyên Quang] [72].

Mẫu vật nghiên cứu: 5 cá thể đực (CL: 3,8 - 5,3 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,6 - 6,5 mm) mẫu thu ở Tuyên Quang (Na Hang, Khu Tịnh) và 5 cá thể đực (CL: 3,6 - 5,1 mm), 5 cá thể cái (CL: 3,7 - 6,6 mm) thu ở Hà Giang (Lạc Nông, Bắc Mê), Việt Nam.

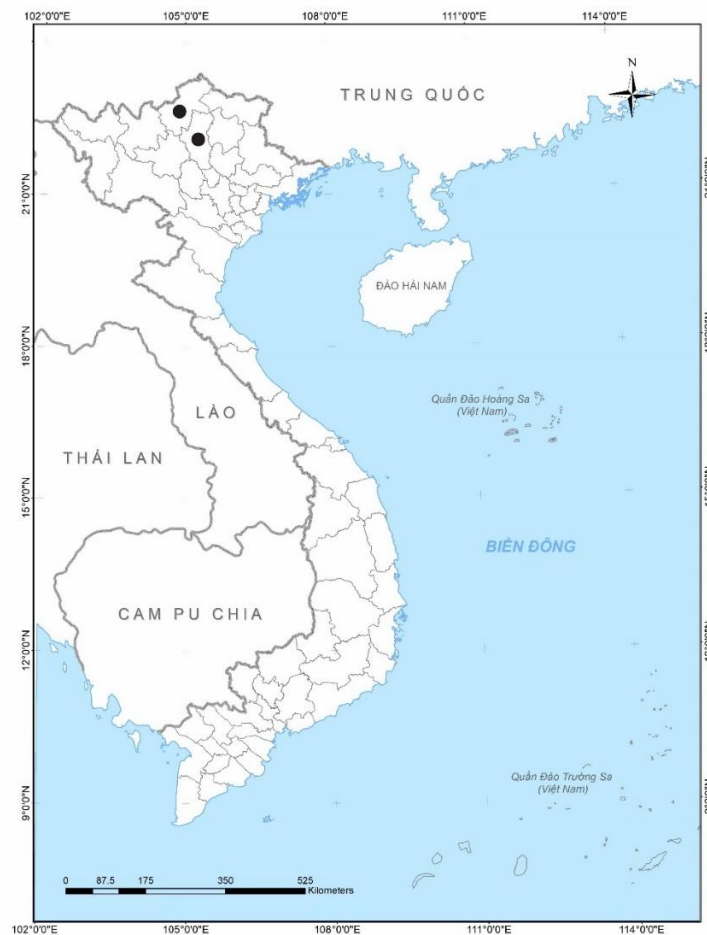
Đặc điểm nhận dạng: Chủy thẳng hoặc hơi cong xuống dưới, dài đến giữa hoặc gần tới cuối đốt cuống râu 1. Công thức răng chủy $(0 - 6 + 0 - 3)/(0 - 5)$ răng nhỏ. Gai râu chạm tới cuối đốt râu thứ nhất. Chiều dài đốt đuôi có 4 - 5 cặp gai lưng, đầu ngọn có 4 - 5 cặp gai. Tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 12 - 18 gai di động. Chân bò III mảnh, đốt ngón có 4 - 5 gai cứng. Chân bò V mảnh có 33 - 46 tơ gai ở đốt ngón. Phần

phụ chân bơi I của con đực dài quá nhánh trong. Phần phụ trong chân bơi II của con đực dài gần bằng phần phụ đực.



Hình 3.23. Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina tricincta*

Nơi sống: các suối nhỏ trong rừng; nước chảy, sạch; nền đáy đá, sỏi và cát.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.24. Sơ đồ phân bố loài *Caridina tricincta* Do, von Rintelen & Dang, 2020

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Tuyên Quang và Hà Giang

+ Trên thế giới: Chỉ mới có ghi nhận tại Việt Nam.

Nhận xét: Hình thái mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài của Đỗ Văn Tú và cs. (2020) [72].

Loài *Caridina tricincta*, khá giống với *C. clinata* Cai, Quỳnh & Ng, 1999 [85] do đều sọc ngang trên thân và nhánh trong chân bơi thứ nhất con đực. Tuy nhiên, hai loài này có sự khác biệt về số lượng chùy răng $((0 - 6 + 0 - 3)/(0 - 5))$ ở *C. tricincta* so với $(9 - 16 + 3 - 5)/(3 - 4)$ ở *C. clinata*; Tỷ lệ ở các chân bò và chân bơi thứ I và thứ II giữa hai loài này cũng có sự khác biệt. Thêm vào đó ở *C. tricincta* các sọc ngang màu đen rõ ràng và không đứt quãng so nhưng ở *C. clinata* với các sọc ngang màu đen không rõ ràng, mỏng và đứt đoạn không đều. Kết quả về mặt di truyền cũng cho thấy *C. tricincta* và *C. clinata* là 2 loài khác biệt, khoảng cách di truyền đoạn gen 16S là 7,4%.

(25) *Caridina typus* H. Milne Edwards, 1837

Caridina typus H. Milne Edwards, 1837: 363, pl. 25, figs 4 - 5 (Địa điểm chuẩn: Mauritius) [107].

Synonym: *Caridina exilirostris* Stimpson, 1860: 98 (Địa điểm chuẩn: Okinawa (Loo Choo) Island, Ryukyu Islands, Japan).

Mẫu vật nghiên cứu: Mỗi địa điểm (Chi tiết trong phụ lục) 5 cá thể đực (CL: 4,6 - 6,5 mm), 5 cá thể cái (CL: 4,3 - 6,8 mm) .

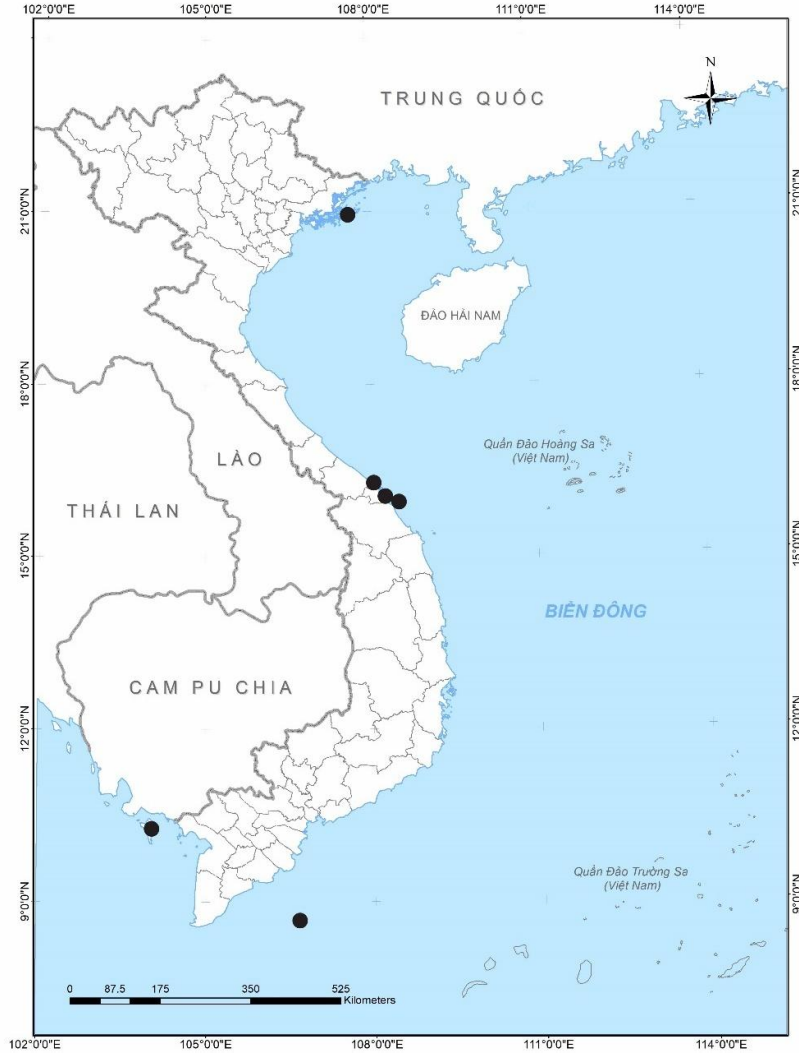
Đặc điểm nhận dạng: Chùy thẳng, ngắn, gần đạt tới cuối đốt đầu tiên (đốt gốc), đôi khi tới cuối đốt thứ hai của cuống râu; cạnh lưng không có răng, cạnh bụng có 1 - 4 răng nhỏ. Gai cuống râu dài tới 0,8 lần chiều dài của đốt gốc cuống râu. Nhánh trong chân bơi I của con đực đạt tới 0,4 lần nhánh ngoài, gần giống hình chữ nhật, mép trước không gấp về phía sau, với phần phụ ngọn vượt quá mép trên của nhánh trong khoảng 0,3 chiều dài của nó. Phần phụ đực của chân bò II của cá thể đực đạt tới khoảng 0,7 chiều dài nhánh trong, phần phụ trong ở khoảng giữa phần phụ đực, mảnh, nhỏ, đạt tới 0,4 lần chiều dài phần phụ đực.

Nơi sống: Suối vùng đảo hoặc ven đảo, nền đáy đá, sỏi.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Các đảo ở Quảng Ninh (đảo Ba Mùn), Quảng Nam (Cù Lao Chàm), Kiên Giang (Phú Quốc)

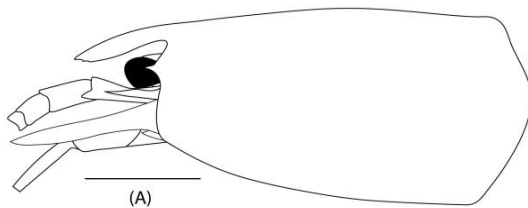
+ Trên thế giới: Úc, Ấn Độ, Úc (Queensland); Ấn Độ (Đảo Andaman); Indonesia (đảo Lesser Sunda, Sulawesi); Nhật Bản (Kyushu); Madagascar; Malaysia (Bán đảo Malaysia, Sabah); Mauritius; Nam Phi; Sri Lanka [107].



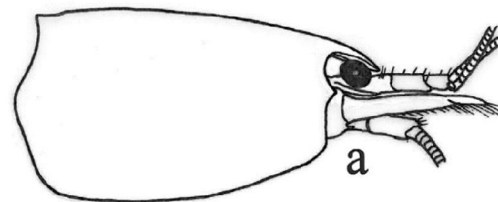
Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.25. Sơ đồ phân bố loài *Caridina typus* H. Milne Edwards, 1837

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài *Caridina typus* H. Milne Edwards, 1837 [107].



Hình 3.26. Giáp đầu ngực *C. typus*



Hình 3.27. Giáp đầu ngực
C. zhujiangensis [108]

Đây là ghi nhận đầu tiên về loài này ở Việt Nam. Loài này rất giống với loài *C. zhujiangensis* ở các đặc điểm hình thái chủ yếu; nhánh trong chân bơi thứ nhất, phần phụ đực và phần phụ trong ở chân bơi thứ hai của con đực. Theo Chen và cs. (2018)

có thể phân biệt *C. zhujiangensis* với *C. typus* ở đặc điểm: *C. zhujiangensis* có chùy ngắn hơn chỉ dài tới cuối mắt so với dài tới cuối đốt 2 cuống râu (Hình 3.27), chiều dài của đốt ống càng 2 gấp 4,09 - 4,64 lần chiều rộng so với 5,4 lần chiều rộng; ngón của chân bò thứ năm ở *C. zhujiangensis* có 45 - 48 tơ cứng dạng gai so với 100 tơ cứng dạng gai [108]. Phân tích các mẫu vật thu được ở Việt Nam cho thấy, chùy dài tới giữa đốt 2 cuống râu, vượt mắt, đốt ống có chiều dài bằng 5,07 - 5,5 (trung vị 5,18) lần chiều rộng, ngón của chân bò V có 65 - 83 tơ cứng dạng gai (Hình 3.26). Như vậy có thể cho rằng loài thu được ở Việt Nam là *C. typus*, tuy nhiên cần thêm các bằng chứng về sinh học phân tử để khẳng định thêm về phân loại của loài này.

(26) *Caridina weberi* De Man, 1892

Caridina weberi De Man, 1892: 371, pl. 22, fig. 23a (Địa điểm chuẩn: Kottling, Flores, Indonesia).

Mẫu vật nghiên cứu: trong các mẫu vật NCS thu được và kế thừa không có loài *C. weberi*.

Đặc điểm nhận dạng: Theo Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012), loài có kích thước trung bình. Chùy ngắn, chỉ dài tới cuối đốt 1 hoặc tới đầu ngọn đốt thứ nhất của cuống râu I. Không có răng trên giáp đầu ngực. Phần phụ trong chân bơi I con đực hình côn. Chân bơi II con đực có phần phụ đực hình que, dài tới 2/3 nhánh trong chân bơi II. Đầu ngọn telson có dạng tròn với 4 - 5 đôi. Trứng nhỏ, số lượng nhiều [71].

Nơi sống: Các thủy vực vùng đất thấp như sông, suối và hồ.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Thừa Thiên Huế (Đèo Hải Vân).

+ Trên thế giới: Ấn Độ, các đảo Marke, Indonesia.

(27) *Caridina weberi sumatrensis* De Man, 1892

Caridina weberi var. *sumatrensis* De Man, 1892: 375; hình 23g [Địa điểm chuẩn: Deli, Sumatra, Indonesia] [23].

Mẫu vật nghiên cứu: 05 mẫu cá thể đực (CL: 2,8 - 4,3 mm) và 05 cá thể cái (CL: 4,0 - 5,1 mm) thu được ở Cù Lao Chàm, Hội An, Quảng Nam.

Đặc điểm nhận dạng: Chùy dài đến cuối đốt 2 cuống râu, có 16 - 20 răng ở mép trên, có 3 - 6 răng ở mép dưới, có 5 - 6 răng sau ổ mắt. Đốt đuôi có 3 đôi gai ở ngọn. Tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 18 - 22 gai. Chân bò III có 5 gai ở ngón, chân bò V có 41 - 50 gai ở ngón. Chân bơi I con đực có phần phụ ngọn vượt xa mép trên của nhánh trong. Phần phụ trong chân bơi II con đực ở khoảng giữa phần phụ đực.

Nơi sống: Các thủy vực vùng đất thấp như sông, suối và hồ.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Quảng Nam (Cù Lao Chàm).

+ Trên thế giới: Fiji; đảo Marquesas và Society ở French Polynesia; đảo Lesser Sunda và Sulawesi của Indonesia; New Caledonia; Đài Loan, Thái Lan [109].

Nhận xét: Đặc điểm hình thái mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả hình thái loài *Caridina weberi sumatrensis* của De Man, 1892 [23].



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.28. Sơ đồ phân bố loài *Caridina weberi sumatrensis* De Man, 1892

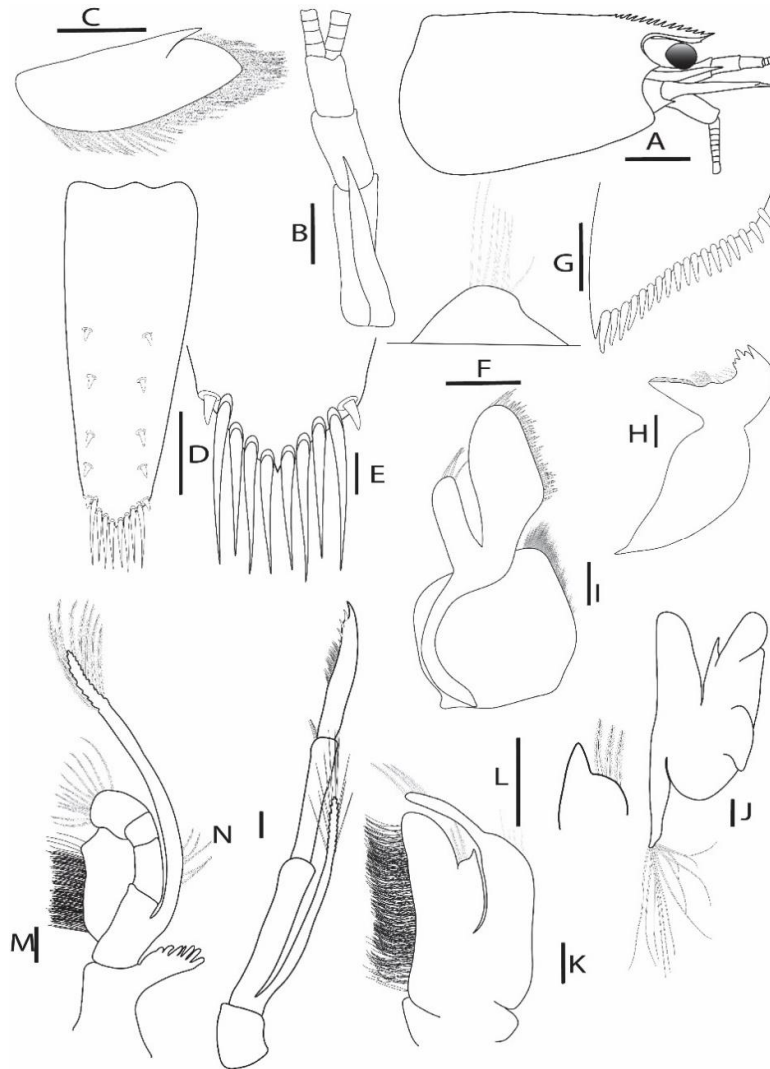
Caridina weberi sumatrensis được đặc trưng bởi 4 - 6 răng sau ổ mắt ở mặt lưng của chùy [23]. Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) mô tả mẫu vật của loài *C. weberi* thu được ở đảo Hải Vân với đặc trưng không có gai trên giáp đầu ngực [71]. Như vậy, ở Việt Nam có hai quần thể riêng biệt trong “phức hợp” loài *C. weberi* là *C. weberi sumatrensis* và *C. weberi*, khu vực phân bố của 2 quần thể này khá gần nhau, ở vùng Thừa Thiên Huế - Quảng Nam. Tuy nhiên hiện nay, mẫu của loài *C. weberi* được mô tả bởi Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) đã mất và chưa thu thập được mẫu vật mới. Cần có thêm mẫu vật tại địa điểm chuẩn mà Đặng Ngọc

Thanh và Hồ Thanh Hải ở đèo Hải Vân, cũng như cần có nghiên cứu đầy đủ hơn về sinh thái, sinh học và di truyền để làm rõ hơn phân loại học của các nhóm này [71].

(28) *Caridina* sp.1

Mẫu vật nghiên cứu: 10 cá thể đực (CL:3,7 - 4,7 mm) , 5 cá thể cái (CL: 4,1 - 5,3 mm) thu tại Ngọc Sơn tỉnh Hòa Bình.

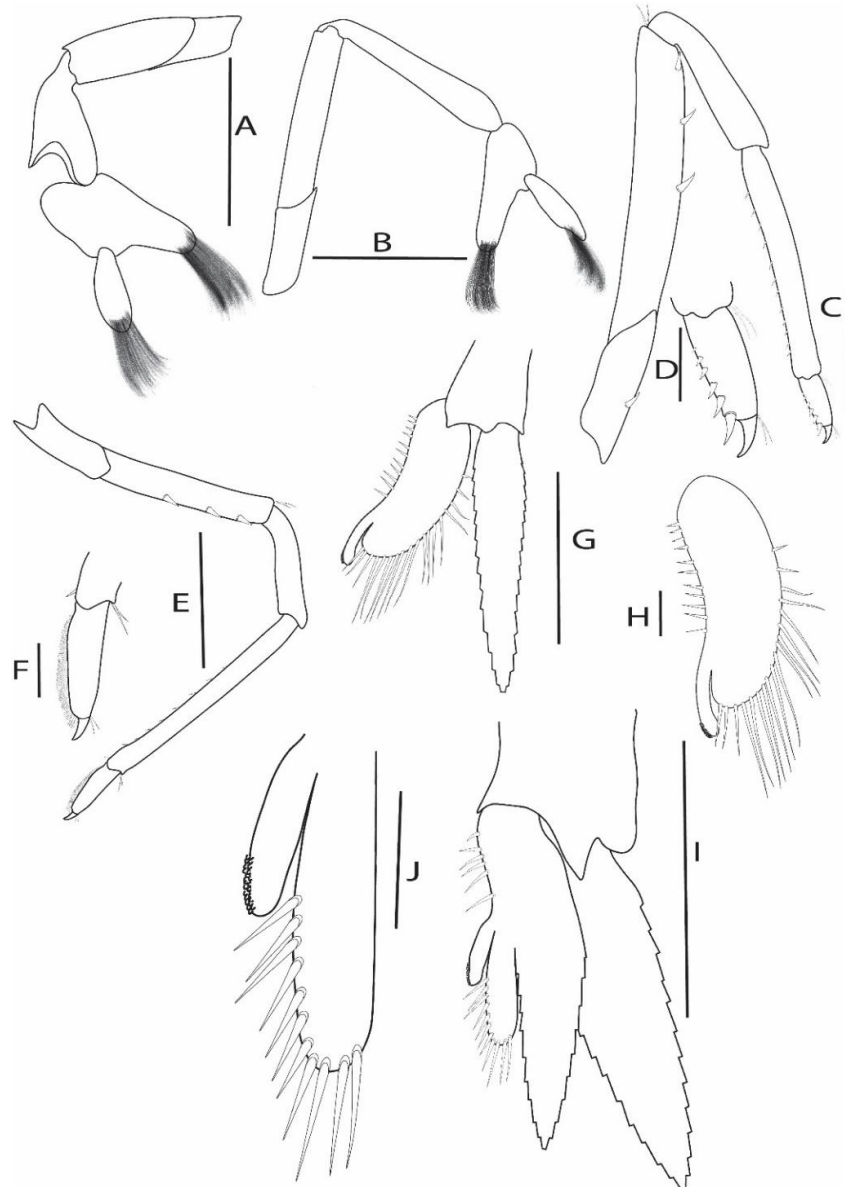
Đặc điểm nhận dạng: Chủy ngắn và mảnh, thẳng, kéo dài đến đầu hoặc giữa đoạn thứ hai của cuống râu, dài bằng 0,25 - 0,4 (trung bình 0,33) lần so với chiều dài giáp đầu ngực, công thức chủy 5 - 11 + 4 - 6/0 - 2. Gai râu dài qua đốt thứ nhất thường đạt 0,4 lần chiều dài của đoạn thứ hai của cuống râu (Hình 3.29).



Hình 3.29. Hình vẽ các chi tiết loài *Caridina* sp.1 (1)

A - giáp đầu ngực; B - cuống râu; C - vảy râu; D - đuôi; E - ngọn đuôi; F - gờ hậu môn; G - tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi; H - mandible; I - maxillula; J - maxilla; K - maxilliped thứ nhất; L - distal end of palp maxilliped thứ nhất; M, N - maxilliped thứ 2; N - maxilliped thứ 3. Tỷ lệ: A = 1 mm; B - D = 0,5 mm; E - J = 0,2 mm

Chiều dài telson bằng 2,14 - 2,55 (trung bình 2,27) lần chiều rộng, trên lưng có 4 - 6 cặp gai và một cặp lông gai ở gần cuối lưng; cuối có 3 - 4 cặp gai, cặp bên dài hơn các cặp ở giữa. Nhánh nhọn ngoài chân đuôi có 16 - 21 (trung bình 20) lông gai, cái ngoài cùng dài hơn phía trong (Hình 3.29).



Hình 3.30. Hình vẽ các chi tiết loài *Caridina* sp.1 (2)

A - Càng 1; B - Càng 2; C, D - Chân bò 3; E, F - Chân bò 5; G - chân bơi 1 con đực; H - phần phụ đực; I - chân bơi 2 con đực; J - phần phụ đực và phần phụ trong chân bơi 2 con đực. Kích thước: A, B, C, F, G, I = 1 mm, D, E, H, J = 0,2 mm

Càng thứ nhất ngắn, mập có đầu ngón tròn, không có móc; đốt ngón ngắn hơn đốt bàn. Càng thứ hai dài, mảnh, đầu ngón tròn, không có móc; đốt ngón dài hơn đốt bàn. Chân bò III mảnh, có 5 tơ cứng dạng gai ở mép ngón. Chân bò V có 30 - 37 tơ cứng dạng gai ở mép ngón.

Chân bơi thứ nhất của con đực: nhánh trong kéo dài đến 0,62 lần so với nhánh ngoài; phần phụ đực có ngọn vượt qua mép của nhánh trong 0,51 chiều dài của nó. Phần phụ trong chân bơi II của con đực dài bằng 0,54 lần chiều dài phần phụ đực. Trứng lớn số lượng trứng ít.

Nơi sống: Các suối, ngòi nhỏ vùng núi



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.31. Sơ đồ phân bố loài *Caridina* sp.1

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Hòa Bình (KBTTN Ngọc Sơn)

+ Trên thế giới: Chỉ mới ghi nhận được ở Việt Nam.

Nhận xét: *Caridina* sp.1 có thể được xếp vào nhóm *C. serrata* vì có các đặc điểm như chủy ngắn, gai râu vượt quá đốt gốc cuống râu I, có răng trên giáp đầu ngực, và nhánh trong của chân bơi con đực có phần phụ trong khác biệt [65]. Tuy nhiên, *Caridina* sp.1 khác với *C. serrata* ở các điểm như: chủy dài hơn (đạt đến đoạn bắt đầu hoặc giữa của đoạn thứ hai của cuống râu 1 so với gần đạt đến hoặc hơi vượt

quá đoạn cuối của đốt gốc của cuống râu); vảy râu dài hơn (2,6 so với 3,0 lần so với chiều rộng); kích thước trứng lớn hơn ($1,33 \times 0,84$ mm so với $0,9 - 1,0 \times 0,7 - 0,6$ mm).

Về mặt di truyền loài *Caridina* sp.1 và *Caridina cucphuongensis* có khoảng cách di truyền đoạn gen 16S là 2,9%. Tuy nhiên, về mặt hình thái 2 loài có sự khác biệt ở độ dài chùy (dài đến đốt II cuống râu so với dài tới cuối đốt gốc cuống râu) công thức răng chùy (5 - 11 + 4 - 6/0 - 2 so với 0 - 3 + 2 - 7/0 - 2) và gai râu (dài gần tới giữa đốt 2 cuống râu so với dài tới đầu đốt 2 cuống râu).

(29) *Caridina* sp.2

Mẫu vật nghiên cứu: 10 cá thể đực (CL: 4,0 - 5,5 mm), 5 cá thể cái (CL: 4,2 - 6,4 mm) thu được tại suối Bản Lấp Vườn Quốc gia Xuân Sơn tỉnh Phú Thọ.

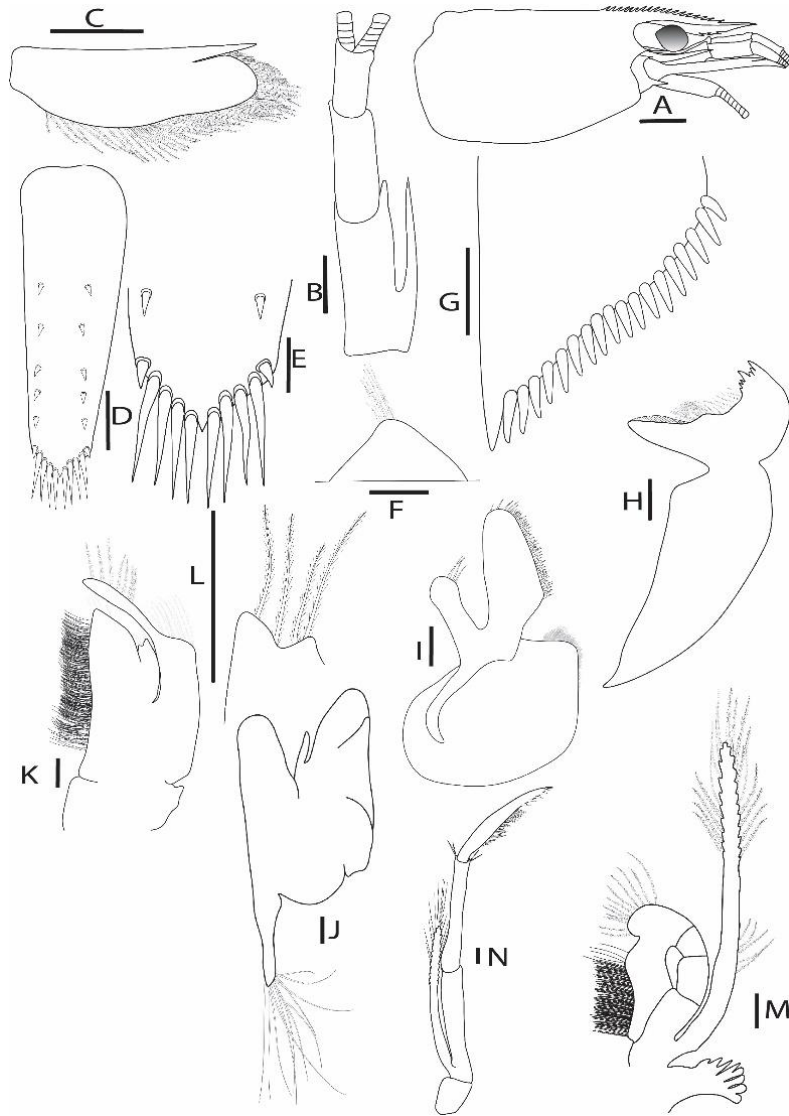


Hình 3.32. Sinh cảnh nơi thu được mẫu loài *Caridina* sp.2

Đặc điểm nhận dạng: Chùy thẳng, dài hình kiếm phần cuối hơi cong xuống, dài tới giữa cuống râu 3, dài bằng 0,5 lần chiều dài giáp đầu ngực, công thức răng chùy (4 - 6 + 9 - 14)/(2 - 4). Gai cuống râu gấp 1,13 lần chiều dài của đốt gốc cuống râu. Vảy râu vươn ra ngoài cuống râu, chiều dài gấp 3,37 lần chiều rộng. Đốt đuôi có chiều dài gấp 2,5 lần chiều rộng, mép đuôi hình tam giác, có mũi nhọn ở giữa, với 5 - 6 cặp tơ cứng dạng gai ở lưng và 1 cặp ở ngoại biên; đầu ngọn với 4 cặp tơ cứng dạng gai, cặp ở bên dài hơn các cặp trung gian. Tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 18 tơ cứng dạng gai, tơ ngoài cùng ngắn hơn góc bên (Hình 3.33).

Càng I ngắn, mập, tới cuối cuống mắt; phần càng có chiều dài gấp 2,3 lần chiều rộng và 1,4 lần đốt ống; đầu ngón tròn, có vuốt; đốt ngón dài bằng 0,96 lần đốt bàn. Càng II dài, mảnh hơn càng I, đạt tới giữa đốt 2 cuống râu; phần càng có chiều dài gấp 2,75 lần chiều rộng, dài bằng 0,75 lần chiều dài đốt ống; đầu ngón tròn, không có vuốt; đốt ngón dài gấp 1,28 chiều dài đốt bàn. Chân bò III mảnh, với 5 - 6 tơ cứng dạng gai

ở mép ngón. Chân bò V mảnh, đạt tới cuối đốt thứ hai của cuống râu, đốt ngón kết thúc bằng một vuốt lớn, với 41 - 58 tơ cứng dạng gai ở mép ngón.



Hình 3.33. Hình vẽ các chi tiết loài *Caridina* sp.2 (1)

A - Giáp đầu ngực; B - Cuống râu; C - Vây râu; D - Đuôi; E - Ngọn đuôi;
F - Gờ hậu môn; G - Tầm nhọn nhánh ngoài chân đuôi; H - Mandible; I -
Maxillula; J - Maxilla; K - Maxilliped thứ nhất; L - Distal end of palp maxilliped
thứ nhất; M - Maxilliped thứ 2; N - Maxilliped thứ 3. Tỷ lệ: A = 1 mm; B - D =
0,5 mm; E - J = 0,2 mm

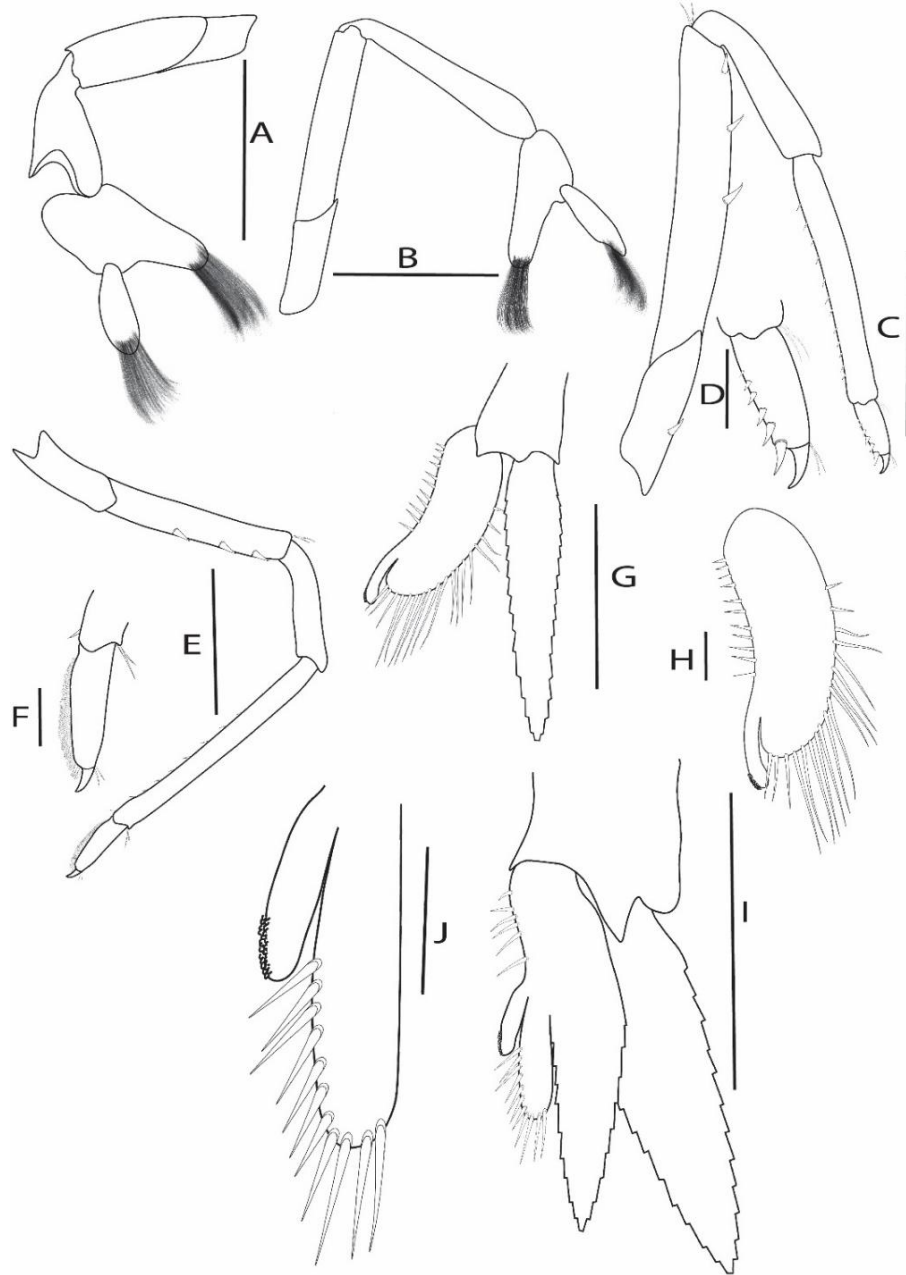
Nhánh trong chân bơi thứ nhất cá thể đực bằng 0,52 lần nhánh ngoài, với phân phụ có ngọn vượt quá mép trên của nhánh trong bằng 0,3 chiều dài của nó. Phân phụ đực của chân bơi thứ hai cá thể đực bằng 0,5 chiều dài nhánh trong, phân phụ trong ở khoảng giữa phân phụ đực, mảnh, nhỏ, bằng 0,5 lần chiều dài phân phụ đực. Kích thước trứng $1,1 \times 0,7$ mm (chiều dài \times chiều rộng) (Hình 3.34).

Nơi sống: Các thủy vực nước chảy vùng núi nền đáy, cát, sỏi (Hình 3.32).

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Phú Thọ (VQG Xuân Sơn) (Hình 3.39)

+ Trên thế giới: Chỉ mới được ghi nhận tại Việt Nam.

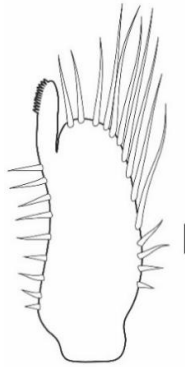


Hình 3.34. Hình vẽ các chi tiết loài *Caridina* sp.2 (2)

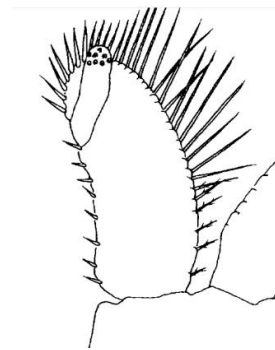
A - Càng 1; B - Càng 2; C, D - Chân bò 3; E, F - Chân bò 5; G - Chân bơi 1 con đực; H - Phần phụ đực; I - Chân bơi 2 con đực; J - Phần phụ đực và phần phụ trong chân bơi 2 con đực. Kích thước: A, B, C, F, G, I = 1 mm, D, E, H, J = 0,2 mm

Nhận xét: Các mẫu của loài *Caridina* sp.2 thu được có một số đặc điểm hình thái giống với loài *C. caobangensis* được mô tả bởi Li và Liang (2002) với chủ

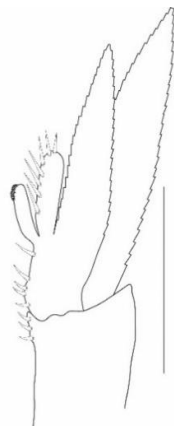
thẳng, dài tới giữa đốt 3 cuống râu, công thức răng chủy gồm 9 - 14 gai trên chủy, 4 - 6 gai sau hốc mắt và dưới chủy có 2 - 4 gai. Gai cuống râu dài gấp 1,13 lần góc cuống râu [99]. Tuy nhiên phần phụ đực của loài *Caridina* sp.2 thu được tại VQG Xuân sơn khác biệt hoàn toàn so với phần phụ đực được mô tả trong công bố của Li và Liang (2002) [99], cũng như so với hình thái của các mẫu vật thu được tại địa điểm chuẩn. Loài tìm được ở Tân Sơn có phần phụ đực chân bơi thứ nhất con đực dài qua mép của nhánh trong 0,52 lần chiều dài của nó so với phần phụ đực chân bơi thứ nhất con đực dài qua mép của nhánh trong 0,66 lần chiều dài của nó và thường gập lại (Hình 3.35 và Hình 3.36).



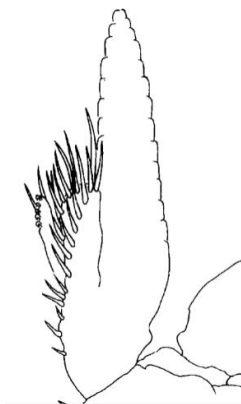
Hình 3.35. Chân bơi 1 con đực của *Caridina* sp.2



Hình 3.36. Chân bơi 1 con đực của *C. caobangensis* [99]



Hình 3.37. Chân bơi 2 con đực của *Caridina* sp.2



Hình 3.38. Chân bơi 2 con đực của *C. caobangensis* [99]

Phần phụ đực chân bơi 2 của *Caridina* sp.2 thu được ở Tân Sơn qua góc bên của phần phụ trong dài bằng 0,5 lần chiều dài phần phụ đực, với *C. caobangensis* có phần phụ trong dài bằng chiều dài phần phụ đực (Hình 3.37 và Hình 3.38). Các phân tích về sinh học phân tử cũng cho thấy sự khác biệt di truyền giữa loài *Caridina* sp.2 và *C. caobangensis* là 2 loài khác nhau với khoảng cách di truyền (16S) là 9,6%.

Loài *Caridina* sp 2 thu được có một số đặc điểm về chủy, nhánh trong chân bơi I của con đực giống với loài *C. pseudoserrata* [91]. Tuy nhiên loài mới này có thể phân biệt với *C. pseudoserrata* với chủy dài hơn dài tới đầu đốt râu thứ 3 so với dài tới giữa đốt râu thứ 2, răng dưới chủy 2 - 5 so với 1 - 2, nhánh trong chân bơi I của con đực mảnh hơn 2,4 lần chiều rộng so với 2,77 lần chiều rộng; phần phụ chân bơi I của con đực dài hơn vượt qua ngọn nhánh trong 0,43 lần chiều dài của nó so với vượt qua nhánh trong 1 chút chủy thẳng, dài tới giữa đốt 3 cuống râu, công thức răng chủy gồm 9 - 14 gai trên chủy, 4 - 6 gai sau hốc mắt và dưới chủy có 2 - 4 gai. Gai cuống râu dài gấp 1,13 lần gốc cuống râu [99]. Tuy nhiên phần phụ đực của loài *Caridina* sp.2 thu được tại VQG Xuân sơn khác biệt hoàn toàn so với phần phụ đực được mô tả trong công bố của Li và Liang (2002) [99], cũng như so với hình thái của các mẫu vật thu được tại địa điểm chuẩn.



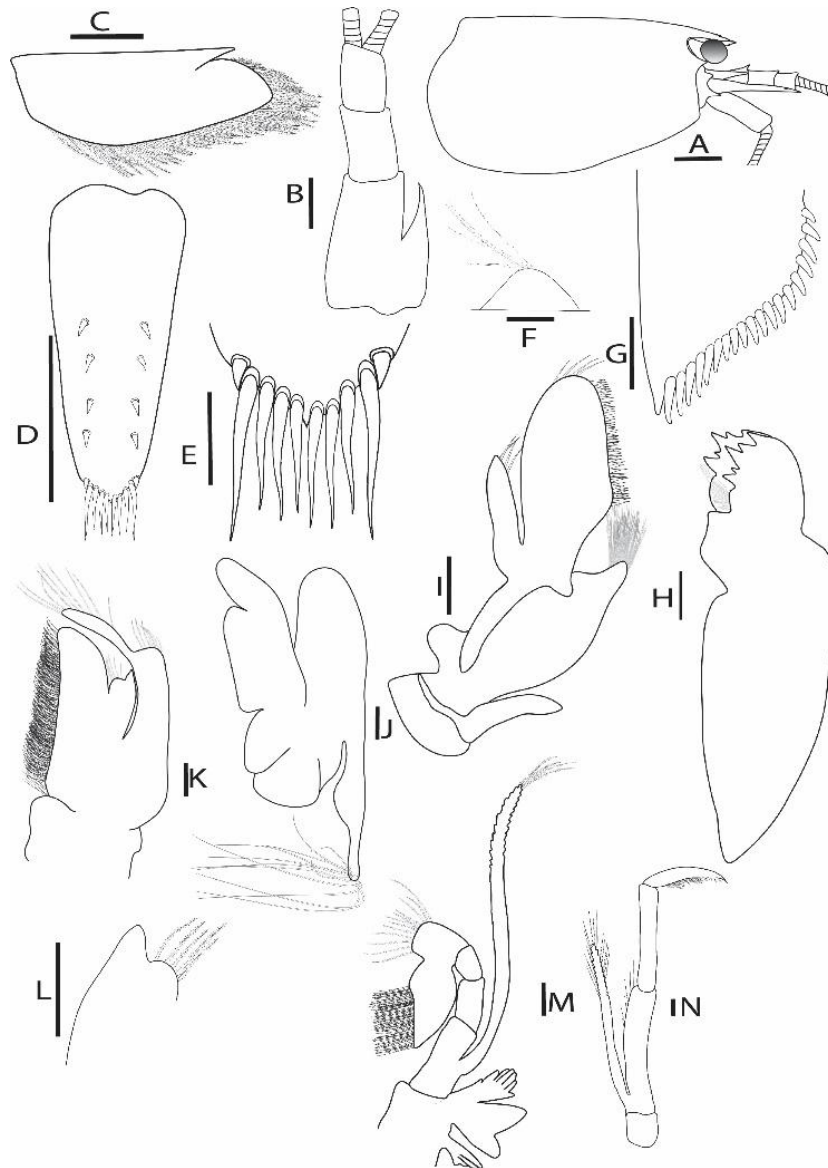
Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.39. Sơ đồ phân bố loài *Caridina* sp.2

(30) *Caridina* sp.3

Mẫu vật nghiên cứu: 10 cá thể đực (CL: 4,0 - 5,4 mm), 5 thể cái (CL: 3,8 - 5,8 mm) thu được ở Nguyễn Bình, Cao Bằng, Việt Nam

Đặc điểm nhận dạng: Chủy rất ngắn và mảnh, chỉ dài tới cuối đốt 1 cuống râu, đôi khi tới giữa đốt 2 cuống râu, dài bằng 0,1 - 0,2 (trung vị 0,2) lần giáp đầu ngực, răng chủy nhỏ, công thức răng chủy 0 - 8 + 0 - 4/0 - 2. Gai râu dài tới cuối đốt râu 1 cuống râu. Đốt đuôi có chiều dài gấp 2,25 lần chiều rộng, có 6 đôi gai trên lưng và 1 đôi gai ở gần cuối. Đầu đốt đuôi có 3 - 4 đôi gai. Tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 17 - 20 gai, gai phía ngoài dài hơn gai phía trong (Hình 3.40).

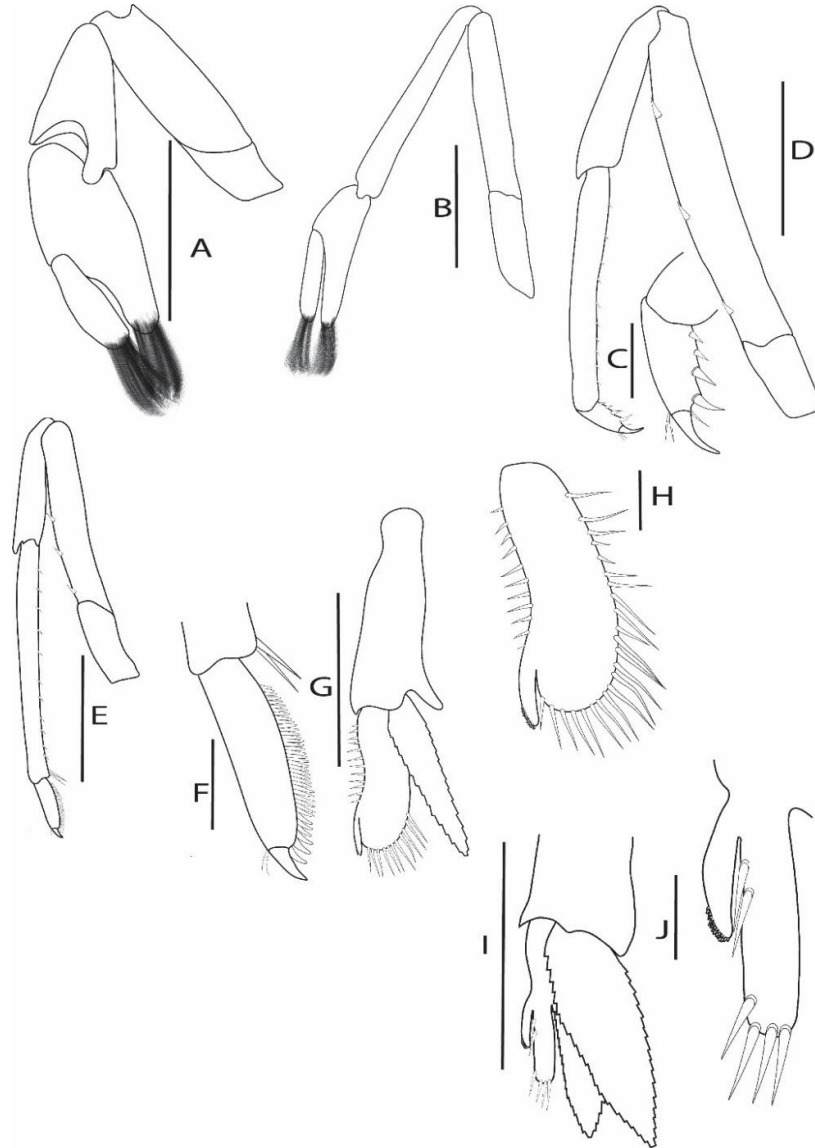


Hình 3.40. Hình vẽ các chi tiết loài *Caridina* sp.3 (1)

F - Gò hậu môn; G - Tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi; H - Mandible; I - Maxillula;
J - Maxilla; K - Maxilliped thứ nhất; L - Distal end of palp maxilliped thứ nhất;

M - Maxilliped thứ 2; N - Maxilliped thứ 3. Tỷ lệ: A = 1 mm; B - D = 0,5 mm;
E - J = 0,2 mm

Chân bò: Càng thứ nhất ngắn, to, đầu ngón ngắn tròn, ngón ngắn hơn bàn. Càng II dài, mảnh hơn, đầu đốt ngón tròn, ngón dài hơn bàn. Chân bò III mảnh, đầu đốt ngón có 1 móng và 4 - 5 tơ gai ở mép ngón. Chân bò V, mảnh, đầu ngón có 37 - 39 tơ gai ở mép.



Hình 3.41. Hình vẽ các chi tiết loài *Caridina* sp.3 (2)

A - Càng 1; B - Càng 2; C, D - Chân bò 3; E, F - Chân bò 5; G - Chân bơi 1 con đực; H - Phần phụ đực; I - Chân bơi 2 con đực; J - Phần phụ đực và phần phụ trong chân bơi 2 con đực. Kích thước: A, B, C, F, G, I = 1 mm, D, E, H, J = 0,2 mm

Chân bơi: Chân bơi thứ nhất con đực có nhánh trong dài tới 0,87 lần nhánh ngoài, phần phụ đực vượt quá mép của nhánh trong 0,23 lần chiều dài của nó. Chân

bơi II con đực có phần phụ đực dài bằng 0,8 lần nhánh trong. Phần phụ trong nhỏ, hẹp dài bằng 0,54 lần phần phụ đực. trứng có kích thước $1,1 \times 0,7$ mm.

Nơi sống: Các suối, ao nước chảy trong rừng.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.42. Sơ đồ phân bố loài *Caridina* sp.3

Phân bố:

- + Ở Việt Nam: Cao Bằng (Nguyễn Bình) (Hình 3.42)
- + Trên thế giới: Chỉ mới được ghi nhận tại Việt Nam.

Nhận xét:

Caridina sp.3 giống ở hình dáng chủ yếu và chân bơi I của con đực *C. pacbo* [72]. Tuy nhiên có thể phân biệt 2 loài nay qua công thức răng chủ yếu (0 - 8 + 0 - 4/0 - 2 so với 5 - 12 + 2 - 6/0 - 3); gai râu (đa số dài tới cuối đốt gốc cuống râu I, đôi khi dài tới đầu đốt 2 cuống râu so với dài tới giữa đốt 2 cuống râu); đốt đuôi ở cang I mảnh hơn (chiều dài bằng 2,39 - 2,67 lần chiều rộng so với chiều dài 2,75 - 3,80 lần chiều rộng). Khoảng cách di truyền giữa *Caridina* sp.3 và *C. pacbo* là 4,2%. Sơ đồ quan hệ di

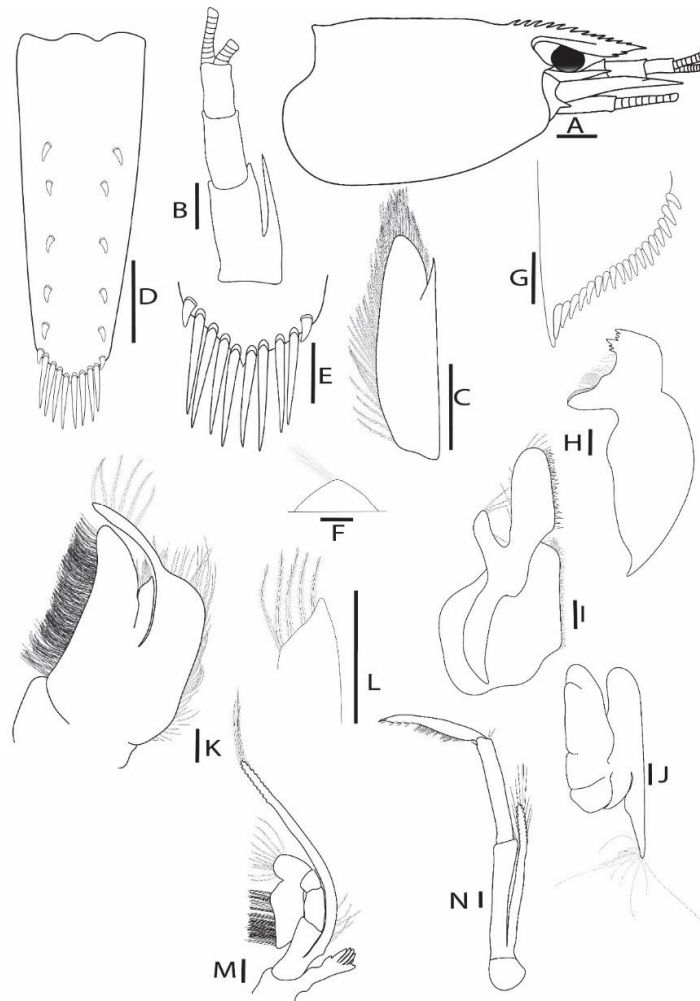
truyền cũng cho thấy *Caridina* sp.3 được tách ra thành một nhánh riêng, tách biệt với loài *C. pacbo*.



Hình 3.43. Hình chụp mẫu vật sống loài *Caridina* sp 3

(31) *Caridina* sp.4

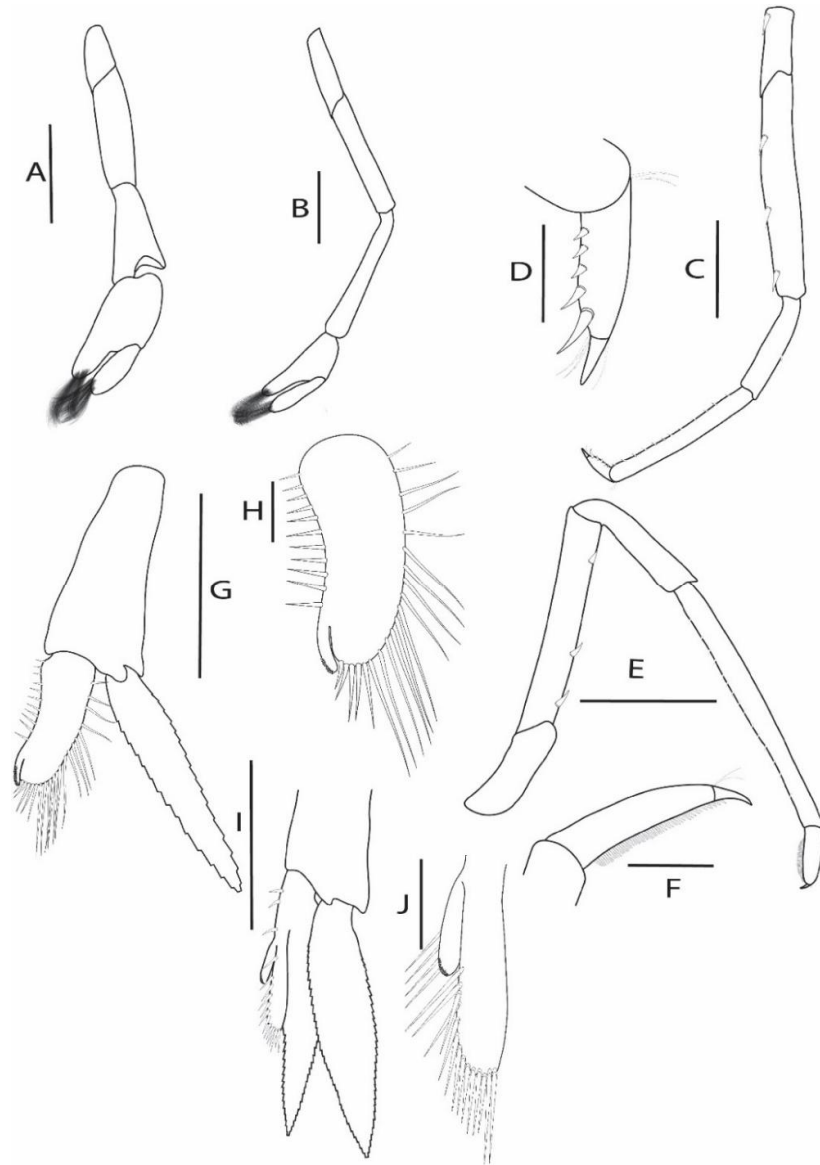
Mẫu vật nghiên cứu: 10 con đực (CL: 3,6 - 4,7 mm), 5 con cái (CL: 4,0 - 4,8 mm) thu được ở Thường Xuân, Thanh Hóa



Hình 3.44. Hình vẽ các chi tiết loài *Caridina* sp.4 (1)

F - Gờ hậ môn; G - Tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi; H - Mandible; I - Maxillula; J - Maxilla; K - Maxilliped thứ nhất; L - Distal end of palp maxilliped thứ nhất; M - Maxilliped thứ 2; N - Maxilliped thứ 3. Tỷ lệ: A = 1 mm; B - D = 0,5 mm; E - J = 0,2 mm

Đặc điểm nhận dạng: Chủy ngắn mảnh, hơi cong xuống, chủy có công thức 2 - 7 + 3 - 9/0 - 2. Gai râu dài tới đầu đốt râu thứ 2 của cuống râu. Đốt đuôi có chiều dài gấp 2,40 - 3,25 chiều rộng, lưng có 5 - 6 đôi gai; phần đầu của đốt đuôi có 3 - 4 đôi gai, đôi ngoài ngắn hơn đôi ở giữa. Tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 18 - 21 gai (Hình 3.44).



Hình 3.45. Hình vẽ các chi tiết loài *Caridina* sp.4 (2)

A - Càng 1; B - Càng 2; C, D - Chân bò 3; E, F - Chân bò 5; G - Chân bơi 1 con đực; H - Phần phụ đực; I - Chân bơi 2 con đực; J - Phần phụ đực và phần phụ trong chân bơi 2 con đực. Kích thước: A, B, C, F, G, I = 1 mm, D, E, H, J = 0,2 mm

Chân bò: Càng I ngắn, to, đầu ngón tròn không có móng, đốt ngón ngắn hơn đốt bàn. Càng II dài, mảnh hơn, đầu ngón tròn không có móng, đốt ngón dài hơn đốt bàn. Chân bò 3, ngón có 5 gai và kết thúc bằng 1 móng. Chân bò 5 phần ngón kết thúc bằng 37 - 40 tơ gai ở phần mép ngón.

Chân bơi: Chân bơi I của con đực có nhánh trong dài bằng 0,59 lần nhánh ngoài, phần phụ đực cong, vượt qua mép của nhánh nhánh trong 0,23 chiều dài của nó. Phần phụ đực chân bơi thứ II của con đực dài bằng 0,43 lần chiều dài của nhánh trong, phần phụ trong bằng 0,60 phần phụ đực (Hình 3.45).

Nơi sống: Suối nước chảy trong rừng có đáy là đá, sỏi và cát độ sâu.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Thanh Hoá (Thường Xuân) (Hình 3.46)

+ Trên thế giới: Chỉ mới được ghi nhận tại Việt Nam.



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.46. Sơ đồ phân bố loài *Caridina* sp.4

Nhận xét: *Caridina* sp.4 khá giống *C. nguyenii* về hình dáng chủ yếu và chân bơi 1 con đực [67]. Tuy nhiên, có thể phân biệt 2 loài này ở công thức chủ yếu (3 - 9 so với 9 - 12), răng ở dưới chủ yếu là (0 - 2 so với 1 - 4); chiều dài của gai râu (dài tới đầu của đốt râu 2 cuống râu so với dài đến giữa đốt râu 2 cuống râu); phần phụ trong chân bơi 2 con đực (dài bằng 0,6 lần phần phụ đực so với 0,4 lần chiều dài phần phụ đực); tám nhọn nhánh ngoài chân đười (18 - 21 gai so với 12 - 18 gai). Về mặt di truyền cũng cho thấy đây là hai loài khác biệt với khoảng cách di truyền dựa trên đoạn gen 16S giữa hai loài là 8,8%.

Đánh giá về mặt di truyền thấy loài *Caridina* sp. 4 so với loài *C. clinata* và *C. haivanensis* có quan hệ khá gần gũi với nhau với khoảng cách di truyền (16S) lần lượt là 1,3% và 2,5%. Tuy nhiên về mặt hình thái của ba loài cũng có nhiều sự khác biệt cụ thể trong bảng 3.3, như vậy cần phân tích thêm các gen khác để đánh giá chính xác hơn về quan hệ giữa các loài này.

Bảng 3.3. So sánh sự khác biệt giữa các loài *Caridina* sp. 4, *C. clinata* và *C. haivanensis*

	<i>Caridina clinata</i>	<i>Caridina</i> sp. 4	<i>Caridina haivanensis</i>
Chủ yếu	Quá đốt gốc râu	Chủ yếu quá đốt 2 râu	Cuối đốt gốc 1 hoặc đầu đốt gốc 2
Công thức răng chủ yếu	13 - 21 + 4 - 5/2 -3	2 - 7+3 - 9/0 - 2	0 - 3/0 - 1
Stylocerit	Đốt gốc cuống râu	Đốt 2 cuống râu	Gần cuối đốt gốc
Ngón chân 5	45 - 49	37 - 40	30 - 42
Tám nhọn	14 - 17	18 - 21	22 - 24
Phần phụ trong chân bơi II con đực/phụ đực	0,8	0,6	0,5

3.1.2.2. Đặc điểm các loài thuộc giống *Neocaridina* Kubo, 1938

Đặc điểm nhận dạng giống giống *Neocaridina* Kubo, 1938: Tôm có kích thước nhỏ. Phần kẹp có bản, đốt ống của càng I và II ngắn. Nhánh trên của chân hàm trên đầu tiên không có phần lồi ra ở mép ngoài của nó; Nhánh trong chân bơi I con đực phình to ra, hình quả lê, ở con cái kéo dài gần như hình tam giác; phần phụ đực của chân bơi II của con đực lớn hơn rất nhiều (so với giống *Caridina*) được bao phủ bởi lớp lông cứng dày [16].

Phân bố: Đông Nam Á.

Loài chuẩn: *Neocaridina denticulate* (De Haan, 1844)

***Neocaridina palmata palmata* Shen, 1948**

Caridina palmata Shen, 1948: 120, fig j. [Địa điểm chuẩn: Sha-ping-pa, Chungking, Trung Quốc] [97].

Caridina elongata Shen, 1948: 121, fig a - e. [Kweilin, Trung Quốc].

Caridina denticulata vietnamensis Dang, 1967: 157, hình 4. [Địa điểm chuẩn: Cao Bằng và Lạng Sơn, Việt Nam] [62].

Caridina vietnamensis - Dang (1975): 72; Đặng Ngọc Thanh và nnk. (1980): 410 - 412, hình 234 [63].

Neocaridina vietnamensis - Đặng Ngọc Thanh & Đỗ Văn Tú (2008): 8; Đặng Ngọc Thanh & Hồ Thanh Hải (2012): 159 -163, hình 55 [71].

Mẫu vật nghiên cứu: Mỗi địa điểm (Chi tiết trong phụ lục) 5 cá thể đực (CL: 3,9 - 5,0 mm), 5 cá thể cái (CL: 4,4 - 6,5 mm).



Ghi chú: ● Địa điểm có ghi nhận sự phân bố của loài

Hình 3.47. Sơ đồ phân bố loài *Neocaridina palmata palmata* ở Việt Nam

Đặc điểm nhận dạng: Chủy thẳng, hơi hẹp, thường dài đến hết hoặc vượt đoạn thứ 3 của cuống râu, công thức răng chủy $(3 - 4 + 8 - 13)/(3 - 6)$. Gai râu dài bằng 0,8 lần chiều dài đoạn gốc cuống râu. Đốt đuôi có 5 - 6 cặp tơ cứng dạng gai ở lưng và đầu ngọn có 4 - 5 cặp tơ cứng dạng gai. Tầm nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 12 - 14 tơ cứng dạng gai. Chân bò III có 6 - 8 tơ cứng dạng gai ở mép ngón. Chân bò V có 45 - 63 tơ cứng dạng gai ở mép ngón. Nhánh trong chân bơi thứ nhất của con đực có chiều dài bằng 0,8 lần chiều dài của nhánh ngoài, có hình quả lê; phần phụ ngọn thu nhỏ lại thành một phần nhô. Phần phụ trong dài bằng 0,9 lần chiều dài của phần phụ đực.

Nơi sống: Các thủy vực vùng núi.

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Cao Bằng, Hà Giang, Tuyên Quang, Bắc Kạn, Lạng Sơn, Yên Bái.

+ Trên thế giới: Trung Quốc (Hồ Bắc, Giang Tây, Phúc Kiến, Quảng Đông, Quảng Tây, Quý Châu, An Huy, Chiết Giang và Hồng Kông [12]).

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *Neocaridina palmata palmata* của Shen [97].

Đặng Ngọc Thanh (1967) đã mô tả loài *Caridina denticulata vietnamensis* ở miền Bắc Việt Nam. Các công trình sau đó, tác giả này đã nâng phân loài này lên cấp độ loài *C. vietnamensis* [64]. Cai (1996) xem loài này là synonym của *Neocaridina palmata palmata* (Shen, 1948) [98]. Sau đó, Đặng Ngọc Thanh và cs. đã chuyển loài *C. vietnamensis* sang giống *Neocaridina* (*N. vietnamensis*) [69, 71, 91]. Li & Liang (2002) đã dựa vào phân loại của Cai (1996) xem *C. denticulata vietnamensis* như là synonym của *N. palmata palmata* (Shen, 1948) [99]. Tuy nhiên Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tú (2008) và Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) nhận xét rằng loài *N. vietnamensis* có thể phân biệt với loài *N. Palmata palmata* bởi nhánh trong chân bơi I con đực luôn có dạng trái lê tròn đều, không biến đổi (so với biến đổi); phần phụ đực của con đực có dạng vuông góc, ổn định, phần phụ trong thường dài tới ngọn phần phụ đực (so với phần phụ đực không vuông góc mà tròn đầu, phần phụ trong thường ngắn, chưa tới ngọn phần phụ đực; kích thước trứng to hơn $1,00 - 1,25 \times 0,65 - 0,85$ mm). Ngoài ra, *N. vietnamensis* còn có chủy tương đối dài hơn, có khi tới ngọn râu I, ngọn chủy hơi cong lên. Nhánh ngoài chân đuôi có số gai ít hơn so với *N. palmata palmata* [69, 71]. Tuy nhiên, Liang (2004) nhận xét rằng hình dạng của nhánh trong chân bơi I con đực rất biến đổi ở *N. palmata palmata*, thậm chí trong cùng một quần thể. Tác giả này cũng lưu ý rằng loài này sống ở các sông, suối, hồ, kênh, rạch. Loài có phân bố ở trung lưu sông Dương Tử và miền Trung Trung Quốc, Nam và Tây Nam Trung Quốc và miền Bắc Việt Nam [12].

Do phân bố rộng, khí hậu ẩm ướt và môi trường sống khác nhau, các phần phụ đực thường có biểu hiện biến đổi hình thái và phân hóa thành các loài phụ. Kết quả phân tích về mặt di truyền cũng khẳng định các mẫu *N. palmata palmata* thu từ nhiều địa điểm khác nhau ở Đông Bắc Việt Nam đều là phân loài của *N. palmata palmata*, với khoảng cách di truyền là 0 - 0,2% (16S) so với mẫu công bố trên ngân hàng gen (thu ở Hồng Kông, Trung Quốc).

3.1.2.3 Đặc điểm các loài thuộc giống *Atyopsis* Chace, 1983

Đặc điểm nhận dạng giống *Atyopsis* Chace, 1983: Tôm có kích thước lớn. Chủy không có hình dạng dẹp mạnh ở hai bên; phần gờ giữa lưng không có gai, trong khi phần gờ bụng có từ 6 đến 12 gai. Cạnh trước của vỏ giáp có gai râu, cạnh vùng cánh miệng sắc. Các chân bò không có nhánh ngoài; càng I và càng II có cấu trúc giống nhau (không có bàn), với đỉnh của các ngón có túm lông cứng dài. Carpus của hai càng này bị phân cắt rất sâu. Chân bò III của con đực có gai lớn ở merus. Nhánh trong của chân bơi I ở con đực có hình oval và có gai cứng ở rìa. Chân bơi II của con đực có phần phụ gàn giống hình trụ, với gai bao phủ toàn bộ phần trên của phần phụ trong.

Phân bố: Đông Nam Á [81].

Loài chuẩn: *Atya spinipes* Newport, 1847

***Atyopsis moluccensis* De Haan, 1849**

Atya moluccensis De Haan, 1849: 1833 - 1850. [Địa điểm chuẩn: Moluccas, Indonesia] [8].

Synonym:

Atya armata Lanchester, 1901: 559 [92].

Atyopsis spinipes Johnson, 1961a: 149, fig 38 - 42 [89].

Mẫu vật nghiên cứu: trong các mẫu vật NCS thu được và kế thừa không có loài *Atyopsis moluccensis*.

Đặc điểm nhận dạng: Theo Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012), loài có kích thước lớn, có nhiều sắc tố ở trên cơ thể. Chủy ngắn, chỉ đạt tới giữa đốt thứ 2 của cuống râu I, chủy thót lại thành mũi nhọn ở đỉnh, cạnh trên chủy nhẵn không có răng, cạnh dưới chủy có 8 - 11 răng. Càng I và II có cấu tạo giống nhau, phần kẹp đều chỉ có ngón, không có bàn. Chân bò III của con đực có gai to ở merus, ngón có 5 gai. Ngón chân bò V có khoảng 27 gai. Nhánh trong của chân bơi I con đực có hình oval, có rất nhiều gai cứng ở rìa. Phần phụ đực chân bơi II con đực có phần phụ trong ngắn, chỉ đạt tới 1/4 phần phụ đực. Telson nhọn có 10 gai, mặt lưng có 6 đôi gai [71].

Nơi sống: Các suối nước chảy xiết, thường ở vùng cao [71].

Phân bố:

+ Ở Việt Nam: Phú Thọ, Nghệ An, Quảng Nam, Quảng Ngãi [71].

+ Trên thế giới: từ Sri Lanka đến Thái Lan, Malaysia, Indonesia và có thể cả Philippines

Nhận xét: Trong các nghiên cứu trước đây loài này được ghi nhận ở nhiều địa phương ở Việt Nam bởi các tác giả Đặng Ngọc Thanh & Đỗ Văn Tứ, 2007; Đặng Ngọc Thanh & Hồ Thanh Hải, 2012). Tuy nhiên, trong rất nhiều các mẫu nghiên cứu sinh đã phân tích được thu ở nhiều vùng trên cả nước không có mẫu của loài *Atyopsis moluccensis*, điều này có thể sản lượng của loài hiện tại đã bị suy giảm nhiều hơn so với trước kia, cần khảo sát thêm ở các địa điểm trước kia đã ghi nhận để khẳng định thêm về tình trạng bảo tồn của loài.

3.1.3. Đặc điểm di truyền của các loài tôm Atyidae phân bố ở Việt Nam dựa trên phân tích trình tự gen 16S

Đoạn gen 16S vùng tiểu phần ribosome dài 590bp, sau khi hiệu chỉnh, căn chỉnh 2 đầu còn lại 535bp của 75 mẫu từ 30 loài thuộc họ Atyidae tại Việt Nam (30 loài đã phân tích mẫu về hình thái) đã được dùng để phân tích mối quan hệ di truyền. Nghiên cứu sinh sử dụng thêm 09 trình tự của một số loài *Caridina* đã công bố trên Ngân hàng gen (GenBank) để so sánh. Loài *Neocaridina palmata palmata* được sử dụng làm nhóm ngoài (outgroup) khi phân tích do sự gần gũi về mặt phân loại học với giống *Caridina* [16] (chi tiết tại phụ lục 3).

3.1.3.1. Khoảng cách di truyền K2P giữa các loài tôm Atyidae ở Việt Nam

Kết quả phân tích khoảng cách di truyền K2P dựa trên đoạn 535bp của gen 16S rRNA của các loài tôm thuộc họ Atyidae ở Việt Nam cho thấy sai khác di truyền trung bình giữa các loài tôm thuộc họ Atyidae ở Việt Nam cho thấy sai khác di truyền trung bình giữa các loài tôm thuộc giống *Caridina* là 12,1%, khoảng cách di truyền nhỏ nhất là giữa 2 loài *Caridina* sp.4 và *C. clinata* là 1,3% và lớn nhất là 20,3% giữa 2 loài *C. temasek* và loài *Caridina* sp.2. Khoảng cách di truyền giữa các loài thuộc giống *Caridina* với *Neocaridina palmata palmata* trung bình là 11,9%, khoảng cách thấp nhất giữa *N. palmata palmata* và *C. thachlam* là 7,7% (Bảng 3.4).

Đối với nhóm 15 loài thuộc giống *Caridina* chỉ được ghi nhận ở Việt Nam (*C. pseudoserrata*, *C. cucphuongensis*, *C. rubropunctata*, *C. clinata*, *C. nguyenii*, *C. caobangensis*, *C. tricincta*, *C. pacbo*; *C. thachlam*; *C. namdat*, *C. haivanensis*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.3 và *Caridina* sp.4) khoảng cách di truyền trung bình là 7,7%, thấp nhất giữa *Caridina* sp.4 và *C. clinata*, cao nhất giữa *C. nguyenii* và *C. caobangensis* với khoảng cách di truyền là 12,06% (Phụ lục 4).

Đối với các loài thuộc giống *Caridina* phân bố rộng ở Việt Nam (*C. cantonensis*, *C. excavatooides*, *C. gracilipes*, *C. gracillima*, *C. johnsoni*, *C. lanceifrons*, *C. macrophora*, *C. mertoni*, *C. peninsularis*, *C. serrata*, *C. temasek*, *C. typus*, *C. weberi*

sumatrensis), khoảng cách di truyền K2P trong loài cũng thay đổi rất lớn, đặc biệt đối với các loài *C. temasek* (0,47 - 1,14%), *C. gracillima* (0,40 - 1,56%), *C. macrophora* (0,4 - 1,59), *C. lanceifrons* (0,4 - 1,79%). Khoảng cách di truyền K2P trung bình giữa các loài phân bố rộng là 14,8%, khoảng cách di truyền cao nhất là 19,7% giữa *C. temasek* và *C. gracillima*, thấp nhất là 5,7% giữa *C. peninsularis* và *C. mertoni*.

Như vậy, việc phân tích trên cho thấy, các loài có phân bố hẹp (chỉ phân bố ở Việt Nam) có khoảng cách di truyền thấp hơn so với các loài có phân bố rộng (phân bố ở Việt Nam và quốc gia khác) (7,7% so với 14,8%). Điều này phù hợp với những phân tích về đặc điểm hình thái. Các loài phân bố hẹp ít có biến dị hình thái giữa các quần thể hơn so với các loài phân bố rộng.

Bảng 3.4. Khoảng cách di truyền K2P trong loài và giữa các loài tôm họ Atyidae ở Việt Nam

(Xem chi tiết hơn trong phần phụ lục)

Tên loài	Khoảng cách di truyền (%)		Tên loài	Khoảng cách di truyền (%)	
	Trong loài	Với các loài khác		Trong loài	Với các loài khác
<i>C. cantonensis</i>	0,22 - 0,25	8,33 - 18,79	<i>C. pacbo</i>	-	4,25 - 18,7
<i>C. caobangensis</i>	0,44 - 1,52	7,7 - 20,50	<i>C. peninsularis</i>	0,13 - 0,19	5,72 - 17,51
<i>C. clinata</i>	0	1,3 - 18,59	<i>C. pseudoserrata</i>	-	3,66 - 18,54
<i>C. cucphuongensis</i>	0,29 - 0,95	2,86 - 18,69	<i>C. rubropunctata</i>	-	4,45 - 18,92
<i>C. excavatoides</i>	0,18 - 0,25	12,23 - 19,03	<i>C. serrata</i>	0,18 - 0,19	5,76 - 20,61
<i>C. gracillipes</i>	0,17 - 0,58	9,32 - 17,55	<i>C. temasek</i>	0,47 - 1,14	11,97 - 20,26
<i>C. gracillima</i>	0,4 - 1,56	12,95 - 19,53	<i>C. thachlam</i>	-	6,08 - 17,26
<i>C. haivanensis</i>	0,19 - 0,25	2,49 - 19,99	<i>C. tricincta</i>	0,17 - 0,19	5,25 - 19,23
<i>C. johnsoni</i>	0,14 - 0,19	12,07 - 19,3	<i>C. typus</i>	-	12,56 - 20,5
<i>C. propinqua</i>	-	11,98 - 20,61	<i>C. sumatrensis</i>	-	10,23 - 18,61
<i>C. lanceifrons</i>	0,4 - 1,79	10,23 - 19,87	<i>Caridina</i> sp.1	-	2,86 - 18,69
<i>C. macrophora</i>	0,4 - 1,59	5,65 - 16,74	<i>Caridina</i> sp.2	-	3,47 - 20,26
<i>C. namdat</i>	0,17 - 0,19	4,14 - 19,31	<i>Caridina</i> sp.3	-	3,66 - 18,29
<i>C. mertoni</i>	-	5,65 - 17,66	<i>Caridina</i> sp.4	-	1,32 - 18,44
<i>C. nguyeni</i>	-	8,12 - 18,7	<i>Neocardina palmata palmata</i>	0,06	7,72 - 17,56

3.1.3.2. Mối quan hệ di truyền của tôm Atyidae ở Việt Nam

Kết quả phân tích mối quan hệ di truyền dựa trên phân tích trình tự đoạn gen 16S cho thấy tất cả các loài tôm Atyidae ở Việt Nam (bao gồm các loài thuộc các

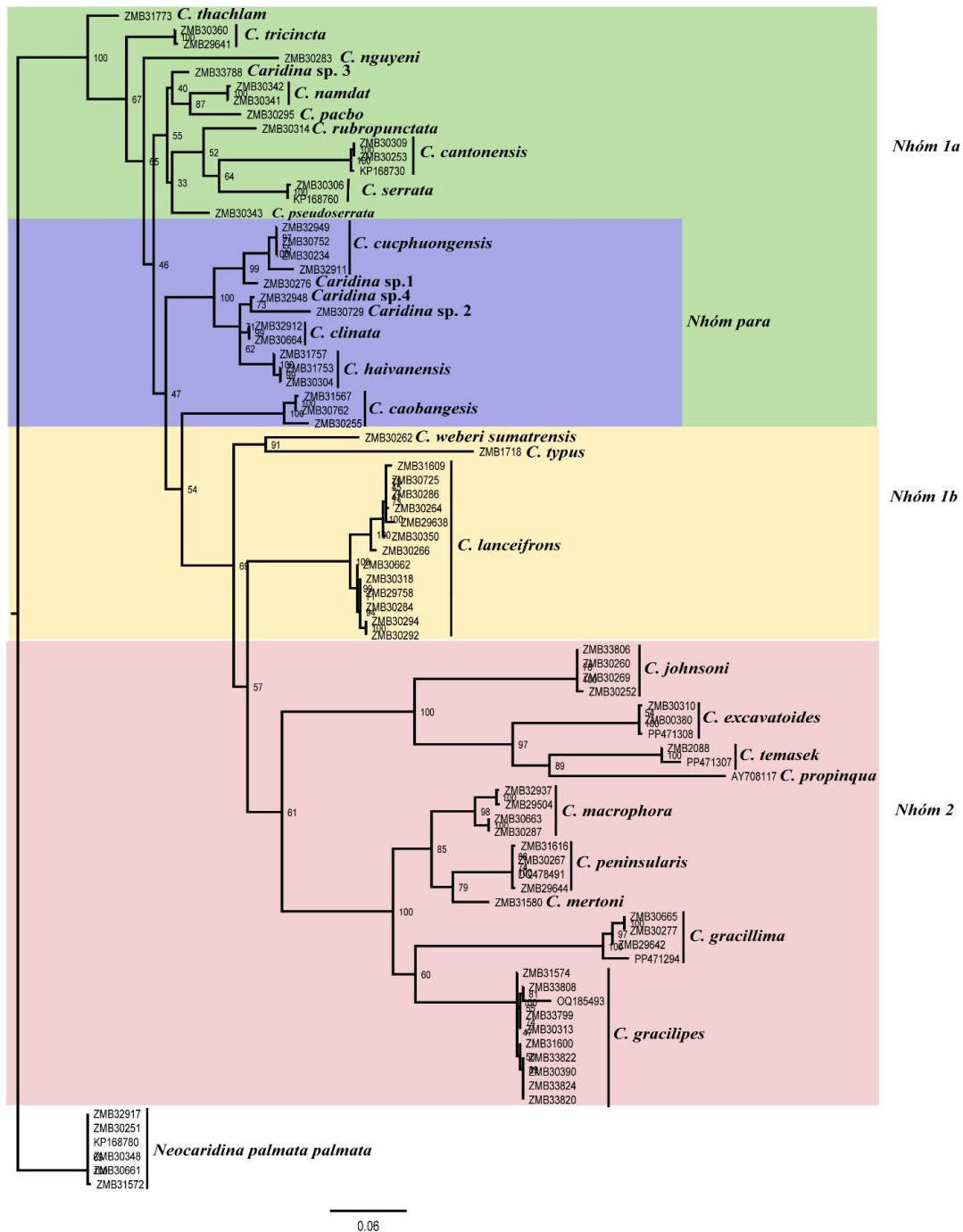
giống *Caridina*, *Neocaridina*) đều phân tách thành những nhóm độc lập. Điều này thể hiện các loài tôm họ Atyidae ở Việt Nam đều là đơn phát sinh. Từ sơ đồ quan hệ di truyền cho thấy, các loài tôm Atyidae ở Việt Nam có thể được chia ra thành 2 nhóm: Nhóm 1 là các loài mang tính chất cận nhiệt đới và nhóm 2 gồm các loài mang tính chất nhiệt đới đã được ghi nhận ở Việt Nam (Hình 3.48)

- Nhóm 1: Các loài thuộc nhóm loài mang tính chất cận nhiệt đới được chia thành 2 nhóm nhỏ (1a, 1b) bao gồm:

+ Nhóm (1a) bao gồm các loài: *C. caobangensis*, *C. clinata*, *C. cucphuongensis*, *C. haivanensis*, *C. namdat*, *C. nguyenii*, *C. pacbo*, *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. thachlam*, *C. tricincta*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.3 *Caridina* sp.4, *C. serrata* và *C. cantonensis*. Tất cả các loài được ghi nhận từ Việt Nam trong nhánh này đều có khu vực phân bố khá hạn chế và hầu hết là loài đặc hữu của Việt Nam. Trong nhóm có *C. cantonensis* và *C. serrata* đã được mô tả từ miền nam Trung Quốc và ở Việt Nam chỉ được tìm thấy trên một hòn đảo duy nhất ngoài khơi miền Trung Việt Nam (đảo Cù Lao Chàm), có thể có hai giả thiết cho trường hợp này: hoặc do sự du nhập của con người, hoặc do hai loài có phân bố tự nhiên trên đảo, cần có những nghiên cứu sâu hơn về sinh học, địa sinh học của loài này. Các loài khác được mô tả trong nhóm này đều là loài đặc hữu của Việt Nam (*Caridina caobangensis*, *C. clinata*, *C. cucphuongensis*, *C. haivanensis*, *C. namdat*, *C. nguyenii*, *C. pacbo*, *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. thachlam*, *C. tricincta*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.3 và *Caridina* sp.4).

Trong nhóm (1a), nếu dựa theo công thức mang để phân loại như trong công bố của Liang và cs. (1999) khi xác lập giống *Paracaridina* thì có 7 loài có thể được đưa vào giống này gồm *Caridina cucphuongensis*, *C. clinata*, *C. haivanensis*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.4, *C. thachlam* [86]. Các loài này đều có 5 cặp mang bên khá phát triển, 2 cặp mang khớp ở chân hàm III với cặp thứ hai có kích thước tiêu giảm mạnh, 1 cặp mang chân ở chân hàm II khá phát triển, mang khớp vắng mặt ở chân bò I (khác với mang khớp xuất hiện ở chân bò I trong nhiều loài thuộc giống *Caridina*), các nhánh bên hình móc (epipod) khá phát triển ở chân hàm III và xuất hiện ở bốn chân bò đầu tiên. Tuy nhiên, theo von Rintelen và cs. (2008) đặc điểm này không phải là duy nhất của giống *Paracaridina* mà còn có thể gặp ở một số đại diện các giống tôm riu khác [87]. Việc phân tích quan hệ di truyền dựa trên gen 16S cho thấy 6 loài *Caridina cucphuongensis*, *C. clinata*, *C. haivanensis*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2 và *Caridina* sp.4 tách ra thành 1 nhánh tách biệt so với các loài khác nhưng *C. thachlam* lại được tách thành một nhánh riêng. Qua đó có thể thấy việc phân chia các loài trên thành giống *Paracaridina* chưa rõ ràng và điều này

cũng phù hợp với nhận xét Do và cs. là giữ các loài này trong giống *Caridina* trước khi có các nghiên cứu sâu hơn [73].



Hình 3.48. Mối quan hệ di truyền của các loài thuộc họ Atyidae tại Việt Nam dựa trên phân tích trình tự gen 16S

(*Các số trên các nhánh biểu thị giá trị bootstrap)

+ Nhóm (1b) bao gồm các loài *C. lanceifrons*, *C. typus* và *C. weberi sumatrensis* đây là các loài có phân bố rộng. Riêng *C. weberi sumatrensis* thu được Việt Nam, trong nhánh thuộc cận nhiệt đới, chủ yếu tìm thấy ở vùng nhiệt đới, có

công bố ở Đài Loan (vùng ôn đới) nên nhiều khả năng có phân bố ở cả vùng ôn đới và nhiệt đới.

Nhóm 2: bao gồm các loài *C. gracilipes*, *C. macrophora*, *C. gracillima*, *C. johnsoni*, *C. excavatooides*, *C. excavatooides*, *C. temasek*, *C. peninsularis* và *C. mertonii* đây là nhóm mang tính chất nhiệt đới điển hình đã được ghi nhận ở Việt Nam. Trong nhóm này có các loài có phân bố chủ yếu ở các vùng phía nam như Malaysia, Indonesia, Philippines, Thái Lan, Ấn Độ có phân bố cao nhất về phía bắc chủ yếu là nam Việt Nam. Về mặt nguồn gốc có thể coi đây là các loài có nguồn gốc phát sinh ở vùng nhiệt đới thế giới

Tóm lại, các kết quả phát sinh loài phân tử chứng minh rằng Việt Nam nằm trên ranh giới địa lý sinh học giữa Đông Á và Đông Nam Á, bằng chứng là phạm vi phân bố của hai nhóm loài gặp nhau ở Việt Nam. Mật độ loài và tính đa dạng di truyền cao ở miền Bắc Việt Nam là rất đáng chú ý và cần phải được tiếp tục xem xét.

3.1.3.3. Đặc điểm di truyền một số loài nghi là loài mới

(1) *Caridina* sp.1

Loài *Caridina* sp.1 là loài mới thu được ở KBT Ngọc Sơn Ngõ Luông. Về mặt hình thái, loài này nằm trong nhóm *C. serrata*, rất giống *C. serrata* ở hình dáng chủ nhưng lại có khoảng cách di truyền với *C. serrata* lên đến 8,3%. Về mặt di truyền, *Caridina* sp.1 gần gũi nhất với loài *C. cucphuongensis* và *C. clinata* (với khoảng cách di truyền lần lượt là 2,9% và 4,3%) (Bảng 3.4).

Bảng 3.5. Các vị trí nucleotide sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của *Caridina* sp.1 so với *C. cucphuongensis*, *C. serrata* và *C. clinata*

Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác														
	7	8	9	10	13	14	16	17	25	26	40	41	131	134	144
<i>Caridina</i> sp.1	A	G	T	T	G	G	G	C	A	A	A	A	G	A	A
<i>C. cucphuongensis</i>	.	.	.	A	.	.	.	.	.	.	.	G	.	G	.
<i>C. serrata</i>	T	A	A	A	A	A	A	T	G	.	.	T	.	.	G
<i>C. clinata</i>	.	A	.	A	.	.	.	.	G	G	G	G	A	.	.
Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác														
	188	190	193	232	235	240	241	242	245	246	264	265	267	269	
<i>Caridina</i> sp.1	A	A	G	G	A	G	G	G	G	T	A	C	G	G	
<i>C. cucphuongensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	A	.	.	.	.	.
<i>C. serrata</i>	C	G	A	A	G	.	T	A	A	G	T	T	A	T	
<i>C. clinata</i>	.	.	.	.	.	A	.	.	.	G	.	T	.	A	

Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác														
	274	280	291	292	293	294	322	323	329	331	341	343	344	358	
<i>Caridina</i> sp.1	A	T	C	A	A	A	A	A	A	T	T	A	T	A	
<i>C. cucphuongensis</i>	G	.	.	.	.	G	.	.	.	A	.	.	.	.
<i>C. serrata</i>	.	C	.	T	G	G	.	T	G	A	G	T	A	G	
<i>C. clinata</i>	.	.	.	.	.	.	T	.	G	.	.	.	A	G
Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác														
	359	365	371	397	457	458	460	461	462	463	472	478	479	481	
<i>Caridina</i> sp.1	G	T	G	T	G	C	C	C	C	T	T	C	G	A	
<i>C. cucphuongensis</i>	.	.	.	A	.	T	T	T	.	C	C	A	.	.	
<i>C. serrata</i>	A	A	.	A	A	.	.	.	T	.	C	T	A	T	
<i>C. clinata</i>	A	A	A	A	A	.	.	.	.	C	C	.	.	.

Ghi chú: Các vị trí tô màu là vị trí sai khác có ý nghĩa Parsimony

Loài *Caridina* sp.1 có khoảng cách di truyền với *C. clinata* là 4,3%, so sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 22 vị trí nucleotide đa hình, 13 axit amin (aa) sai khác, trong đó có 11 nucleotide có ý nghĩa di truyền bao gồm các nucleotide ở vị trí số 13, 25, 246, 265, 329, 344, 358, 359, 365, 475, 463 và 3 aa có ý nghĩa Parsimony là vị trí aa Lysine (K) số 110 (liên quan đến nucleotide số 328, 329, 330), aa Arginine (R) số 120 (liên quan đến nucleotide số 358, 359, 360) và aa Isoleucine (I) số 122 (liên quan đến nucleotide số 364, 365, 366) (Bảng 3.5, Bảng 3.6).

Bảng 3.6. Các vị trí axit amin sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của *Caridina* sp.1 so với *C. cucphuongensis*, *C. serrata* và *C. clinata*

Tên loài	Vị trí axit amin sai khác															
	3	4	5	6	9	14	44	45	64	65	78	79	82	88	90	92
<i>Caridina</i> sp.1	S	F	G	A	N	N	S	K	I	V	V	S	G	L	S	M
<i>C. cucphuongensis</i>	.	I	.	.	.	S	.	R	.	.	.	.	D	.	.	V
<i>C. serrata</i>	*	I	N	I	D	I	.	.	V	M	I	G	E	F	I	.
<i>C. clinata</i>	N	I	.	.	G	G	N	.	.	.	.	.	.	.	N	.
Tên loài	Vị trí axit amin sai khác															
	94	98	108	110	111	114	115	120	122	124	133	153	154	161		
<i>Caridina</i> sp.1	C	K	K	K	F	V	I	R	I	S	Y	A	P	R		
<i>C. cucphuongensis</i>	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	N	V	F	.		
<i>C. serrata</i>	R	G	I	R	I	G	Y	E	K	.	N	T	.	W		
<i>C. clinata</i>	.	.	*	R	.	.	N	E	K	N	N	T	.	.		

Ghi chú: Các vị trí tô màu là vị trí sai khác có ý nghĩa Parsimony

Giữa 2 loài *Caridina* sp.1 và *C. serrata* cùng có chùy ngắn, gai râu vượt quá đốt gốc cuống râu 1, có răng trên giáp đầu ngực, tuy nhiên lại có khoảng cách di truyền khá lớn (8,3%). So sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 44 nucleotide đa hình, 24 vị trí aa sai khác, trong đó có 12 nucleotide có ý nghĩa di truyền

gồm các nucleotide ở vị trí số 13, 25, 245, 246, 265, 329, 331, 344, 358, 359, 365, 475 và 4 aa có ý nghĩa Parsimony là aa Lysine ở vị trí số 110 (liên quan đến nucleotide số 328, 329, 330), aa Phenylalanine (F) ở vị trí số 111 (liên quan đến nucleotide số 331, 332, 333), aa Arginine ở vị trí số 120 (liên quan đến nucleotide số 358, 359, 360) và aa Isoleucine ở vị trí số 122 (liên quan đến nucleotide số 364, 365, 366) (Bảng 3.5, Bảng 3.6).

(2) *Caridina* sp.2

Loài *Caridina* sp.2 là loài mới thu được ở VQG Xuân Sơn. Về mặt hình thái, loài này giống với *C. caobangensis* và *C. pseudoserrata* ở đặc điểm hình dáng chủ yếu, gai râu tuy nhiên lại có khoảng cách di truyền với hai loài *C. caobangensis*, *C. pseudoserrata* khá lớn (lần lượt là 9,6% và 8,6%). Về mặt di truyền *Caridina* sp.2 gần gũi nhất với loài *Caridina* sp.4 với khoảng cách di truyền là 3,5% (Bảng 3.4).

Bảng 3.7. Các vị trí nucleotide sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của *Caridina* sp.2 so với *C. caobangensis*, *C. pseudoserrata* và *Caridina* sp.4

Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác															
	7	8	9	10	13	14	16	25	26	41	60	63	121	131	144	146
<i>Caridina</i> sp. 2	G	G	T	A	A	A	G	A	G	T	T	G	T	A	A	A
<i>C. caobangensis</i>	.	A	G	.	G	.	A	.	A	G	.	A	.	G	G	T
<i>C. pseudoserrata</i>	A	A	.	G	T	.	A	G	.	A	.	.	C	G	G	T
<i>Caridina</i> sp. 4	A	A	.	.	G	G	.	G	.	.	C	.	.	.	.	T
Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác															
	148	151	152	188	189	193	194	211	228	229	231	233	234	236	238	239
<i>Caridina</i> sp. 2	T	A	A	A	A	G	T	G	T	T	A	T	A	T	A	A
<i>C. caobangensis</i>	G	G	.	.	G	A	A	A	C	.	G	G	G	C	.	G
<i>C. pseudoserrata</i>	.	G	G	G	G	A	.	A	C	C	G	.	T	.	.	G
<i>Caridina</i> sp. 4	.	.	.	.	.	.	A	.	.	G	.	.	.	G	.	.
Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác															
	240	241	242	243	244	245	253	255	260	266	268	291	293	294	320	321
<i>Caridina</i> sp. 2	G	G	A	G	A	G	C	T	C	G	A	A	A	G	A	A
<i>C. caobangensis</i>	.	.	.	.	.	T	T	C	T	A	G	G	G	A	.	T
<i>C. pseudoserrata</i>	A	A	.	A	G	T	T	.	.	.	G	G	.	A	.	T
<i>Caridina</i> sp. 4	.	.	G	.	G	.	.	.	.	.	.	.	.	A	T	T
Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác															
	328	330	340	341	342	343	344	353	354	370	406	461	462	468	480	483
<i>Caridina</i> sp. 2	G	T	T	G	A	T	T	T	G	A	A	T	T	T	A	G
<i>C. caobangensis</i>	A	G	.	A	.	A	.	A	T	T	G	C	.	C	T	T
<i>C. pseudoserrata</i>	.	.	G	.	T	G	C	.	.	T	G	C	C	.	T	T
<i>Caridina</i> sp. 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	G	C	C	.	.	T

Ghi chú: Các vị trí tô màu là vị trí sai khác có ý nghĩa Parsimony

So sánh trình tự gen 16S loài *Caridina* sp.2 với 3 loài còn lại (*C. caobangensis*, *C. pseudoserrata* và *Caridina* sp.4) cho thấy đoạn gen 16S dài 535bp mã hoá cho 178 aa, có 64 nucleotide và 27 aa sai khác, trong đó có 18 nucleotide và 5 aa có ý nghĩa di truyền (Pi) (Bảng 3.7, Bảng 3.8).

Giữa 2 loài *Caridina* sp.2 và *C. caobangensis* có các đặc điểm về hình thái chủ yếu và gai râu giống nhau. So sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 44 nucleotide đa hình, 23 aa sai khác, trong đó có 14 nucleotide có ý nghĩa di truyền gồm các nucleotide ở vị trí số 16, 131, 144, 151, 189, 193, 228, 239, 245, 253, 268, 291, 370, 480 và 5 aa có ý nghĩa Parsimony.

Tương tự, giữa loài *Caridina* sp.2 và *C. pseudoserrata* cũng có hình thái ở chủ yếu và nhánh trong chân bơi 1 con đực giống nhau, nhưng so sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 44 nucleotide đa hình, 21 aa sai khác, trong đó có 14 nucleotide có ý nghĩa di truyền gồm các nucleotide ở vị trí số 7, 16, 18, 131, 144, 151, 189, 193, 228, 239, 244, 245, 253, 268, 291, 370, 462, 480 và 5 aa có ý nghĩa Parsimony ở đúng các vị trí sai khác với loài *C. caobangensis*.

Bảng 3.8. Các vị trí axit amin sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của *Caridina* sp.2 so với *C. caobangensis*, *C. pseudoserrata* và *Caridina* sp.4

Tên loài	Vị trí axit amin sai khác														
	3	4	5	6	9	14	41	44	51	65	71	78	79	80	81
<i>Caridina</i> sp. 2	G	I	N	A	S	I	W	N	N	V	V	L	V	K	E
<i>C. caobangensis</i>	E	.	D	T	N	S	.	S	D	K	I	W	A	R	.
<i>C. pseudoserrata</i>	N	V	Y	T	G	N	R	S	G	M	I	F	.	R	K
<i>Caridina</i> sp. 4	N	.	G	.	G	.	.	.	.	.	I	.	.	E	G

Tên loài	Vị trí axit amin sai khác											
	82	85	87	90	98	107	110	115	118	124	136	154
<i>Caridina</i> sp. 2	S	L	S	I	K	*	D	F	L	I	K	L
<i>C. caobangensis</i>	I	F	F	V	R	Y	K	I	Y	L	E	P
<i>C. pseudoserrata</i>	V	F	.	V	.	Y	.	A	.	L	E	P
<i>Caridina</i> sp. 4	G	.	.	.	.	F	.	.	.	.	E	P

Ghi chú: Các vị trí tô màu là vị trí sai khác có ý nghĩa Parsimony

Loài *Caridina* sp.2 có khoảng cách di truyền thấp nhất với loài *Caridina* sp.4 (3,5%), so sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 19 nucleotide và 9 aa đa hình, trong đó có 4 nucleotide có ý nghĩa di truyền bao gồm các nucleotide ở vị trí số 7, 25, 244, 462 và không có aa sai khác nào có ý nghĩa di truyền (Pi) (Bảng 3.7, Bảng 3.8).

(3) *Caridina* sp.3

Loài *Caridina* sp.3 là loài mới thu được ở Nguyên Bình, Cao Bằng. Về mặt hình thái loài này giống với 2 loài *C. pacbo* và *C. namdat* ở đặc điểm hình dáng chủ, chân bơi 1 con đực, khoảng cách di truyền giữa *Caridina* sp.3 với 2 loài này lần lượt là 4,1% và 4,2%. Về mặt di truyền *Caridina* sp.3 gần gũi nhất với loài *C. pseudoserrata* với khoảng cách di truyền là 3,7% (Bảng 3.4).

So sánh trình tự gen 16S loài *Caridina* sp.3 với 3 loài *C. pacbo*, *C. namdat* và *C. pseudoserrata* cho thấy đoạn gen 16S dài 535bp mã hoá cho 178 aa có 41 nucleotide sai khác, 22 aa đa hình, trong đó có 10 nucleotide có ý nghĩa di truyền (Pi) và 7 aa có ý nghĩa Parsimony (Bảng 3.9, Bảng 3.10).

Giữa 2 loài *Caridina* sp.3 và *C. pacbo* có một số đặc điểm về hình thái giống nhau. So sánh trình tự gen 16S của 2 loài này cho thấy có 21 nucleotide đa hình trong đó có 5 nucleotide có ý nghĩa di truyền gồm các nucleotide ở vị trí số 151, 152, 193, 228, 266, 322, 355, 365, 455. Giữa 2 loài có 11 aa sai khác trong đó có 4 aa có ý nghĩa di truyền là hai aa Isoleucine ở vị trí số 4 (liên quan đến nucleotide số 10, 11, 12) và số 89 (liên quan đến nucleotide số 265, 266, 267), một aa Lysine ở vị trí số 122 (liên quan đến các nucleotide ở vị trí số 364, 365, 366) và một aa Aspartate (D) ở vị trí số 152 (liên quan đến các nucleotide ở vị trí số 454, 455, 456).

Bảng 3.9. Các vị trí nucleotide sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của *Caridina* sp.3 so với *C. pacbo*, *C. namdat* và *C. pseudoserrata*

Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác													
	7	10	13	16	26	63	111	117	123	144	146	147	151	152
<i>Caridina</i> sp. 3	A	A	G	G	A	G	T	T	G	A	A	G	A	A
<i>C. pacbo</i>	G	G	.	.	G	.	C	.	T	.	.	C	.	.
<i>C. namdat</i>	.	.	.	.	G	A	.	G	.	.	.	A	G	G
<i>C. pseudoserrata</i>	.	G	T	A	G	.	.	.	.	G	T	A	G	G
Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác													
	189	193	220	228	240	243	245	246	247	250	255	257	266	
<i>Caridina</i> sp. 3	G	G	T	C	G	A	G	G	T	A	C	T	T	
<i>C. pacbo</i>	.	.	C	T	.	G	.	A	C	G	.	.	C	
<i>C. namdat</i>	A	A	.	T	.	.	.	.	.	.	.	C	C	
<i>C. pseudoserrata</i>	.	A	.	.	A	.	A	.	.	.	T	.	.	

Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác													
	267	269	272	322	345	355	365	372	455	457	461	463	464	475
<i>Caridina</i> sp. 3	T	A	A	A	T	A	A	T	A	G	C	C	G	C
<i>C. pacbo</i>	C	.	G	.	.	.	T	.	G	.	T	A	A	T
<i>C. namdat</i>	.	G	.	T	.	G	T	A	G	.	.	T	A	T
<i>C. pseudoserrata</i>	.	.	.	T	C	G	.	.	.	A	.	.	A	T

Ghi chú: Các vị trí tô màu là vị trí sai khác có ý nghĩa Parsimony

Giữa *Caridina* sp.3 và *C. namdat* cũng là 2 loài giống nhau về một số đặc điểm hình thái (ở hình dáng chủ và chân bơi 1 con đực), so sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 20 nucleotide đa hình 11 aa sai khác, trong đó có 9 nucleotide có ý nghĩa di truyền gồm các nucleotide ở vị trí số 151, 152, 193, 228, 266, 322, 355, 365, 455 và 6 aa có ý nghĩa Parsimony bao gồm aa Asparagine (N) ở vị trí số 51 (liên quan đến nucleotide số 151, 152, 153), aa Valine (V) vị trí số 65 (liên quan đến nucleotide số 193, 194, 195), aa Isoleucine vị trí số 89 (liên quan đến nucleotide số 265, 266, 267), aa Isoleucine vị trí số 119 (liên quan đến nucleotide số 355, 356, 357), aa Lysine vị trí số 122 (liên quan đến nucleotide số 364, 365, 366), aa Aspartate vị trí số 152 (liên quan đến nucleotide số 454, 455, 456)

Bảng 3.10. Các vị trí axit amin sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của *Caridina* sp.3 so với *C. pacbo*, *C. namdat* và *C. pseudoserrata*

Tên loài	Vị trí axit amin sai khác											
	3	4	5	6	9	39	49	51	65	74	82	84
<i>Caridina</i> sp. 3	N	I	D	A	D	N	*	N	V	Y	R	R
<i>C. pacbo</i>	D	V	.	.	G	.	Y	.	.	H	.	G
<i>C. namdat</i>	.	.	.	.	G	K	.	G	M	.	.	.
<i>C. pseudoserrata</i>	.	V	Y	T	G	.	L	G	M	.	K	.
Tên loài	Vị trí axit amin sai khác											
	86	89	90	119	122	152	153	154	155	159		
<i>Caridina</i> sp. 3	F	I	E	I	K	D	A	P	R	L		
<i>C. pacbo</i>	.	T	.	.	I	G	.	L	K	F		
<i>C. namdat</i>	S	T	G	V	I	G	.	.	*	F		
<i>C. pseudoserrata</i>	.	.	.	V	.	.	T	.	Q	F		

Ghi chú: Các vị trí tô màu là vị trí sai khác có ý nghĩa Parsimony

Loài *C. pseudoserrata* là loài có khoảng cách di truyền gần nhất với *Caridina* sp.3 là 3,7%. So sánh trình tự gen 16S của 2 loài này thấy có 19 nucleotide đa hình, 13 aa

sai khác, trong đó có 4 nucleotide có ý nghĩa di truyền bao gồm các nucleotide ở vị trí số 10, 151, 152, 193, 322, 355 và 4 aa có ý nghĩa Parsimony là aa Isoleucine ở vị trí số 4 (liên quan đến nucleotide số 10, 11, 12), aa Asparagine ở vị trí số 51 (liên quan đến nucleotide số 151, 152, 153), aa Valine ở vị trí số 65 (liên quan đến nucleotide số 193, 194, 195), aa Isoleucine ở vị trí số 119 (liên quan đến nucleotide số 355, 356, 357) (Bảng 3.9, Bảng 3.10).

(4) *Caridina* sp.4

Loài *Caridina* sp.4 là loài mới thu được ở Thường Xuân, Thanh Hóa. Về mặt hình thái, loài này giống với *C. nguyenni* ở hình dáng chủ yếu và chân bơi 1 con đực (khoảng cách di truyền là 8,8%). Về mặt di truyền *Caridina* sp.4 có quan hệ gần gũi nhất với 2 loài là *C. clinata* và *C. haivanensis* với khoảng cách di truyền lần lượt là 1,3% và 2,5% (Bảng 3.4).

Kết quả so sánh trình tự vùng gen 16S loài *Caridina* sp.4 với 3 loài *C. clinata*, *C. haivanensis* và *C. nguyeni* cho thấy đoạn gen 16S dài 535bp mã hoá cho 178 aa có 54 nucleotide và 26 aa sai khác, trong đó có 4 vị trí nucleotide có ý nghĩa di truyền (Pi) và 5 aa sai khác có ý nghĩa Parsimony (Bảng 3.11, Bảng 3.12).

Giữa 2 loài *Caridina* sp.4 và *C. nguyeni* có các đặc điểm về hình thái chủ yếu và chân bơi 1 con đực giống nhau, tuy nhiên khoảng cách di truyền khá lớn (8,8%), so sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 44 nucleotide và 22 aa đa hình, trong đó có 3 nucleotide có ý nghĩa di truyền gồm các nucleotide ở vị trí số 14, 12, 353 và 4 aa có ý nghĩa Parsimony. 4 aa này là aa Glycine (G) ở vị trí số 5 (liên quan đến nucleotide số 13, 14 và 15), aa Tryptophan (W) ở vị trí số 41 (liên quan đến nucleotide số 121, 122 và 123), aa Serine (S) ở vị trí số 114 (liên quan đến nucleotide số 340, 341 và 342) và aa Cysteine (C) ở vị trí số 118 (liên quan đến nucleotide số 352, 353 và 354) (Bảng 3.11, Bảng 3.12).

Bảng 3.11. Các vị trí nucleotide sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của *Caridina* sp.4 so với *C. clinata*, *C. haivanensis* và *C. nguyeni*

Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác																	
	7	8	10	12	14	39	40	41	60	81	86	120	121	138	142	144	145	148
<i>Caridina</i> sp. 4	A	A	A	T	G	A	A	T	C	A	A	T	T	G	T	A	T	T
<i>C. clinata</i>	.	.	.	.	.	.	G	G	T	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. haivanensis</i>	.	.	.	.	A	.	.	A	T	.	.	C	C	.	.	G	.	.
<i>C. nguyeni</i>	G	G	G	C	A	T	.	A	T	G	C	.	C	A	C	.	C	A

Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác																	
	184	188	189	228	232	236	237	238	239	241	242	244	252	258	262	263	264	265
<i>Caridina</i> sp. 4	A	A	A	T	T	T	T	G	A	G	G	G	C	T	A	T	T	G
<i>C. clinata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. haivanensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	C	.	A	.
<i>C. nguyenii</i>	G	G	T	C	C	G	G	C	T	A	A	T	T	A	G	.	G	.
Tên loài	Vị trí nucleotid sai khác																	
	267	278	290	318	319	321	339	342	353	363	364	369	455	461	476	479	482	532
<i>Caridina</i> sp. 4	A	C	A	T	T	A	T	T	G	A	A	A	A	C	T	A	T	T
<i>C. clinata</i>	.	T	.	.	.	.	.	A	.	.	.	.	.	C	.	.	.	.
<i>C. haivanensis</i>	.	T	.	.	.	T	C	.	A	.	G	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. nguyenii</i>	G	.	G	A	G	.	.	G	A	T	.	T	T	T	.	T	G	A

Ghi chú: Các vị trí tô màu là vị trí sai khác có ý nghĩa Parsimony

Loài *Caridina* sp.4 và *C. clinata* mặc dù có khoảng cách di truyền rất thấp (1,3%), tuy nhiên khi so sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 6 nucleotide và 4 aa sai khác. Trong số nucleotide và aa sai khác này có 1 nucleotide ở vị trí số 278 có ý nghĩa di truyền và 2 aa có ý nghĩa Parsimony là vị trí aa Serine ở vị trí số 93 (liên quan đến nucleotide số 277, 278 và 279), và aa Aspartate ở vị trí số 114 (liên quan đến nucleotide số 340, 341 và 342).

Loài *Caridina* sp.4 và *C. haivanensis* cũng là 2 loài khá gần gũi nhau về mặt di truyền (2,5%), so sánh trình tự gen 16S của 2 loài này phát hiện thấy có 13 nucleotide và 9 aa sai khác, trong đó có 4 nucleotide có ý nghĩa di truyền ở vị trí số 14, 121, 278, 353 và 4 aa có ý nghĩa Parsimony gồm aa Glycine ở vị trí số 5 (liên quan đến nucleotide số 13, 14 và 15), aa Tryptophan ở vị trí số 41 (liên quan đến nucleotide số 121, 122 và 123), aa Serine ở vị trí số 93 (liên quan đến nucleotide số 277, 278 và 279) và aa Cysteine ở vị trí số 118 (liên quan đến nucleotide số 352, 353 và 354) (Bảng 3.11, Bảng 3.12).

Bảng 3.12. Các vị trí axit amin sai khác, sai khác có ý nghĩa Parsimony trên trình tự vùng gen 16S của *Caridina* sp.4 so với *C. clinata*, *C. haivanensis* và *C. nguyenii*

Tên loài	Vị trí axit amin sai khác													
	3	4	5	13	14	41	62	79	80	81	82	88	89	
<i>Caridina</i> sp. 4	N	I	G	E	I	W	N	V	E	G	V	I	E	
<i>C. clinata</i>	.	.	.	.	G	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. haivanensis</i>	.	.	D	.	N	R	.	.	.	.	.	T	K
<i>C. nguyenii</i>	G	V	D	D	N	R	D	G	L	K	L	V	.	

Tên loài	Vị trí axit amin sai khác												
	93	97	106	107	114	118	122	123	152	154	159	160	161
<i>Caridina</i> sp. 4	S	Q	F	L	D	C	K	K	Y	P	L	E	V
<i>C. clinata</i>	L	.	.	.	E	.	.	.	.	.	S	.	.
<i>C. haivanensis</i>	L	.	.	F	.	Y	E	.	.	.	.	.	.
<i>C. nguyenii</i>	.	R	L	V	E	Y	.	N	F	L	.	V	G

Ghi chú: Các vị trí tô màu là vị trí sai khác có ý nghĩa Parsimony

3.1.4. Khóa định loại các loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam

Căn cứ vào kết quả phân tích đặc điểm hình thái các mẫu vật thu được trong nghiên cứu này và tham khảo các tài liệu: Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải [71]; Cai (2004) [77] nghiên cứu sinh xây dựng khóa định loại các loài tôm thuộc họ Atyidae phân bố tại Việt Nam.

I	Đốt ống (carpus) của càng I và II giống nhau. Phần kẹp không có bàn	<i>Atyopsis</i> (<i>A. moluccensis</i>)
	Đốt ống của càng I và II khác nhau. Phần kẹp có bàn	II
	Đốt gốc của càng II có một gai cong. Nhánh trong chân bơi	<i>Neocaridina</i>
II	I con đực phình rộng thành hình trái lê, mặt lưng có gai, phần phụ trong ở phía gốc mép trong	(<i>N. palmata palmata</i>)
	Đốt gốc của càng 2 không có gai cong. Nhánh trong chân bơi 1 con đực thường hình hạt đậu hoặc hình côn, mặt lưng không có gai, phần phụ trong ở phía ngọn mép trong	<i>Caridina</i>

Khóa định loại cho các loài thuộc giống *Caridina* đã được ghi nhận ở Việt Nam

1	Mắt bình thường	3
	Mắt tiêu giảm hoặc không còn mắt	2
2	Mắt hơi tiêu giảm; cuống mắt vẫn xuất hiện	<i>C. namdat</i>
	Mắt tiêu giảm mạnh hoặc không còn mắt; không có cuống mắt	<i>C. thachlam</i>
3	Gai cuống râu dài, vượt quá đốt gốc của cuống râu I	4
	Gai cuống râu ngắn, không vượt quá đốt gốc của cuống râu I	15
4	Chủy rất ngắn, không quá đốt gốc (đốt I) cuống râu I	5
	Chủy dài vượt quá đốt gốc (đốt I) cuống râu I	7
5	Nhánh trong chân bơi II con đực có phần phụ trong đạt tới 0,3-0,4 chiều dài phần phụ đực.	<i>Caridina serrata</i>
	Nhánh trong chân bơi II con đực có phần phụ trong đạt tới 0,6 chiều dài phần phụ đực	6

6	Công thức răng chủ 5 - 12 + 2 - 6/0 - 3, gai dài tới giữa đốt 2 cuống râu; đốt đầu ở càng 1 chiều dài bằng 2,75 - 3,8 lần chiều rộng.	<i>Caridina pacbo</i>	
	công thức răng chủ 0 - 8 + 0 - 4/0 - 2, gai râu đa số dài tới cuối đốt gốc cuống râu I, đốt đầu ở càng 1 bằng 2,39 - 2,67 lần chiều rộng	<i>Caridina sp.3</i>	
7	Chủ không tới giữa đốt II cuống râu I		8
	Chủ dài tới hoặc quá giữa đốt II cuống râu I		9
8	Chủ hơi cong xuống, công thức răng chủ 5 - 11 + 4 - 6/0 - 2, gai cuống râu dài đến gần giữa đốt thứ hai của cuống râu I	<i>Caridina sp. 1</i>	
	Chủ thẳng, công thức răng chủ 0 - 4 + 3 - 10/0 - 2; gai cuống râu chỉ dài tới chớm đốt thứ hai của cuống râu I	<i>Caridina cucphuongensis</i>	
9	Càng I có ngón ngắn hơn bàn rõ rệt		10
	Càng I có ngón dài bằng hoặc dài hơn bàn		11
10	Chủ dài tới cuối cuống râu 1, công thức răng chủ chủ (11 - 14 + 9 - 12)/5, gai râu dài tới giữa đốt thứ 2 cuống râu 1 hoặc có thể dài hơn	<i>Caridina nguyeni</i>	
	Chủ dài tới đầu đốt thứ 3 cuống râu 1, công thức răng chủ 2 - 7 + 3 - 9/0 - 2, gai râu dài tới đầu đốt thứ hai cuống râu I	<i>Caridina sp. 4</i>	
11	Gai cuống râu vượt quá giữa đến gần đầu ngọn đốt thứ hai của cuống râu I	<i>Caridina rubropunctata</i>	
	Gai cuống râu hiếm khi vượt quá giữa đốt thứ hai của cuống râu I		12
12	Mép bụng của chủ có 0 - 2 răng; mép ngọn của nhánh trong chân bơi I con đực gập lại; tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 15 - 18 tơ cứng dạng gai	<i>Caridina cantonensis</i>	
	Mép bụng của chủ có 3 - 5 răng; mép ngọn của nhánh trong chân bơi I con đực thẳng; tám nhọn nhánh ngoài chân đuôi có 19 - 22 tơ cứng dạng gai		13
13	Chủ dài tới giữa đốt II cuống râu I	<i>C. pseudoserrata</i>	
	Chủ dài qua đốt III cuống râu I		14
14	Phần phụ trong của chân bơi thứ II con đực dài gần tới đầu ngọn phần phụ đực	<i>Caridina caobangensis</i>	
	Phần phụ trong chân bơi thứ II con đực dài bằng 0,6 lần chiều dài phần phụ đực	<i>Caridina sp. 2</i>	
15	Chủ ngắn không vượt quá ngọn đốt thứ hai của cuống râu I		16

	Chủy thường vượt quá ngọn đốt thứ hai của cuống râu I hoặc dài hơn		19
16	Gai cuống râu đạt tới đầu ngọn đốt thứ nhất của cuống râu I		17
	Gai cuống râu đạt chỉ hơi vượt quá nửa chiều dài đốt thứ nhất của cuống râu I		18
17	Nhánh trong chân bơi II con đực có phần phụ trong đạt tới 0,9 lần chiều dài phần phụ đực	<i>Caridina tricincta</i>	
	Nhánh trong chân bơi II con đực có phần phụ trong đạt tới 0,5 lần chiều dài phần phụ đực	<i>Caridina haivanensis</i>	
18	Nhánh trong chân bơi I con đực gần giống hình chữ nhật	<i>C. clinata</i>	
	Nhánh trong chân bơi I con đực gần giống hình côn dài	<i>C. mertoni</i>	
19	Mặt lưng của chủy không có răng	<i>C. typus</i>	
	Mặt lưng của chủy có răng		20
20	Chủy cong lên ở nửa phía ngọn, vượt xa ngoài rìa của vảy râu		21
	Chủy gần như thẳng hoặc cong xuống, có thể đạt tới rìa vảy râu		24
21	Chủy rất dài, vượt xa rìa của vảy râu, dài bằng khoảng 1,5 lần so với chiều dài giáp đầu ngực; mặt lưng của phần sau chủy có ít hơn 12 răng với khoảng cách giữa các răng khá rộng, bao gồm 1 răng trên giáp đầu ngực		22
	Chủy dài, đạt gần tới hoặc chỉ hơi vượt quá rìa của vảy râu, dài nhỏ hơn 1,5 lần so với chiều dài giáp đầu ngực; mặt lưng của phần sau chủy có nhiều hơn 12 răng với khoảng cách giữa các răng hẹp, bao gồm ít nhất 1 răng trên giáp đầu ngực		23
22	Gờ hậu môn không có gai; kích thước trứng trung bình 0,55 - 0,66 × 0,35 - 0,40 mm	<i>C. gracillima</i>	
	Gờ hậu môn có gai; kích thước trứng nhỏ 0,4 × 0,25 mm	<i>C. gracilirostris</i>	
23	Mép đốt đuôi (telson) hình tam giác, với một mũi nhọn ngắn ở giữa; nhánh trong chân bơi I con đực không có phần phụ trong hoặc chỉ dưới dạng vết khía; kích thước trứng nhỏ 0,3 - 0,32 × 0,48 - 0,52 mm	<i>C. gracilipes</i>	
	Mép đốt đuôi (telson) hơi tròn đầu, không có mũi nhọn ở giữa; nhánh trong chân bơi I con đực với phần phụ trong hình sừng, mọc ở mép ngọn; kích thước trứng trung bình 0,53 - 0,59 × 0,84 - 0,93 mm	<i>Caridina macrophora</i>	
24	Chủy gần như thẳng, răng phủ khắp mặt lưng		25
	Chủy hơi cong xuống ở phía trước hoặc hình xích ma, không có răng ở phía trước của mép lưng chủy		28
25	Chủy dài, vượt quá chiều dài cuống râu		26

	Chủy ngắn, thường chỉ đạt tới giữa đốt thứ hai của cuống râu	27
26	Chủy có ít hơn 3 răng trên giáp đầu ngực; kích thước trứng nhỏ 0,40 - 0,42 × 0,25 - 0,30 mm	<i>Caridina peninsularis</i>
	Chủy thường có từ 4 - 6 răng trên giáp đầu ngực; kích thước trứng lớn 0,80 - 0,90 × 0,50 - 0,60 mm	<i>Caridina lanceifrons</i>
27	Không có răng sau ổ mắt	<i>C. weberi</i>
	4 - 6 răng sau ổ mắt	<i>C. weberi sumatrensis</i>
28	Nhánh trong chân bơi I con đực có phần phụ trong	<i>C. temasek</i>
	Nhánh trong chân bơi I con đực không có phần phụ trong	29
29	Đốt bụng VI mập, tỷ lệ chiều dài đốt bụng VI/chiều dài giáp đầu ngực nhỏ hơn 0,60 lần	<i>C. excavatoides</i>
	Đốt bụng VI thon, tỷ lệ chiều dài đốt bụng VI/chiều dài giáp đầu ngực lớn hơn 0,65 lần	30
30	Gờ trước hậu môn không có gai; tỷ lệ chiều dài/chiều rộng đốt ống của càng I và càng II lần lượt là 2,9 và 4,0	<i>C. johnsoni</i>
	Gờ trước hậu môn có gai; tỷ lệ chiều dài/chiều rộng đốt ống của càng I và càng II lần lượt là 3,5 và 4,4	<i>C. tonkinensis</i>

3.2. Đặc điểm phân bố và đề xuất phân hạng bảo tồn của tôm Atyidae ở Việt Nam

3.2.1. Đánh giá đặc điểm phân bố của các loài tôm Atyidae ở Việt Nam

3.2.1.1. Phân bố theo vùng, miền

Tổng hợp từ số liệu từ 294 điểm thu được mẫu tôm Atyidae, cho thấy miền Bắc có sự phong phú về số lượng loài tôm thuộc họ Atyidae với 21 loài chiếm 64% tổng số loài ghi nhận (Hình 3.49). Các loài chỉ có phân bố ở miền Bắc (tính từ đèo Hải Vân trở ra) bao gồm: *C. pseudoserrata*, *C. cucphuongensis*, *C. rubropunctata*, *C. clinata*, *C. nguyenii*, *C. caobangensis*, *C. cantonensis*, *C. tricineta*, *C. pacbo*; *C. thachlam*; *C. namdat*, *C. haivanensis*, *C. serrata*, *C. tonkinensis*, *C. weberi sumatrensis*, *C. weberi*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.3, *Caridina* sp.4 và *Neocaridina palmata palmata*. Trong số 21 loài chỉ có phân bố ở miền Bắc thì có 6 loài là *Neocaridina palmata palmata*, *C. serrata*, *C. tonkinensis*, *C. weberi sumatrensis*, *C. weberi* và *C. cantonensis* có phân bố rộng được ghi nhận ở một số nước lân cận và Việt Nam, các loài còn lại hiện tại đều chỉ thấy ở Việt Nam và đa số chỉ ghi nhận tại một, hai tỉnh.

Bảng 3.13. Phân bố địa lý các loài thuộc họ Atyidae ở Việt Nam

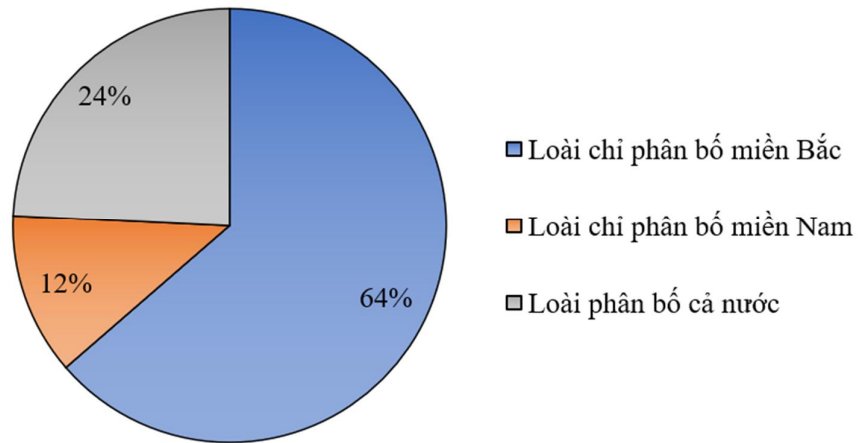
TT (1)	Tên loài (2)	Địa hình cảnh quan			Vùng phân bố địa lý tự nhiên						
		Đồi núi (3)	Đồng Bằng (4)	Ven biển (5)	Tây Bắc (6)	Đông Bắc (7)	Đồng bằng Bắc Bộ (8)	Vùng núi Bắc Trung Bộ (9)	Duyên hải Nam Trung Bộ (10)	Tây Nguyên (11)	Nam Bộ (12)
Giống <i>Caridina</i>											
1	<i>Caridina cantonensis</i> Yü, 1938	+		+		+			+		
2	<i>Caridina caobangensis</i> Li & Liang, 2002	+				+					
3	<i>Caridina clinata</i> Cai, Quynh & Ng, 1999	+					+				
4	<i>Caridina cucphuongensis</i> Dang, 1980	+					+				
5	<i>Caridina excavatoides</i> Johnson, 1961		+	+							+
6	<i>Caridina gracilipes</i> De Man, 1892	+	+	+		+	+	+	+	+	+
7	<i>Caridina gracillima</i> Lanchester, 1901		+				+	+			+

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
8	<i>Caridina gracilirostris</i> De Man, 1892		+				+	+	+		+
9	<i>Caridina haivanensis</i> Do & Dang, 2010	+						+			
10	<i>Caridina johnsoni</i> Cai, Ng & Choy, 2007		+	+					+		+
11	<i>Caridina lanceifrons</i> Yu, 1936	+	+		+	+	+	+	+	+	
12	<i>Caridina macrophora</i> Kemp, 1918	+	+			+	+	+		+	+
13	<i>Caridina mertoni</i> Roux, 1911	+							+		
14	<i>Caridina namdat</i> Do, Dang & von Rintelen, 2021	+					+				
15	<i>Caridina nguyeni</i> Li & Liang, 2002	+					+				
16	<i>Caridina pacbo</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020	+					+				

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
17	<i>Caridina peninsularis</i> Kemp, 1918	+		+		+			+		+
18	<i>Caridina pseudoserrata</i> Dang & Do, 2007	+				+					
19	<i>Caridina rubropunctata</i> Dang & Do, 2007	+				+					
20	<i>Caridina serrata</i> Stimpson, 1860	+							+		
21	<i>Caridina temasek</i> Choy & Ng, 1991		+								+
22	<i>Caridina thachlam</i> Do, Cao, von Rintelen, 2021	+					+				
23	<i>Caridina tricincta</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020	+				+					
24	<i>Caridina typus</i> H. Milne Edwards, 1837	+		+		+		+	+		+
25	<i>Caridina weberi</i> De Man, 1892	+							+		

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
26	<i>Caridina weberi sumatrensis</i> De Man, 1892	+							+		
27	<i>Caridina</i> sp.1	+				+					
28	<i>Caridina</i> sp.2	+				+					
29	<i>Caridina</i> sp.3	+				+					
31	<i>Caridina</i> sp.4	+				+					
	Giống: <i>Neocaridina</i>										
32	<i>Neocaridina palmata palmata</i> Shen, 1948	+				+					
	Giống <i>Atyopsis</i>										
33	<i>Atyopsis moluccensis</i> De Haan, 1849		+				+	+	+		

Các loài tôm Atyidae đặc trưng cho miền nam Việt Nam có 4 loài chiếm 12% tổng số loài (Hình 3.49). Các loài phân bố ở miền Nam bao gồm: *C. johnsoni*, *C. excavatoides*, *C. temasek* và *C. mertoni*.



Hình 3.49. Biểu đồ tỷ lệ phân bố Bắc Nam các loài tôm Atyidae

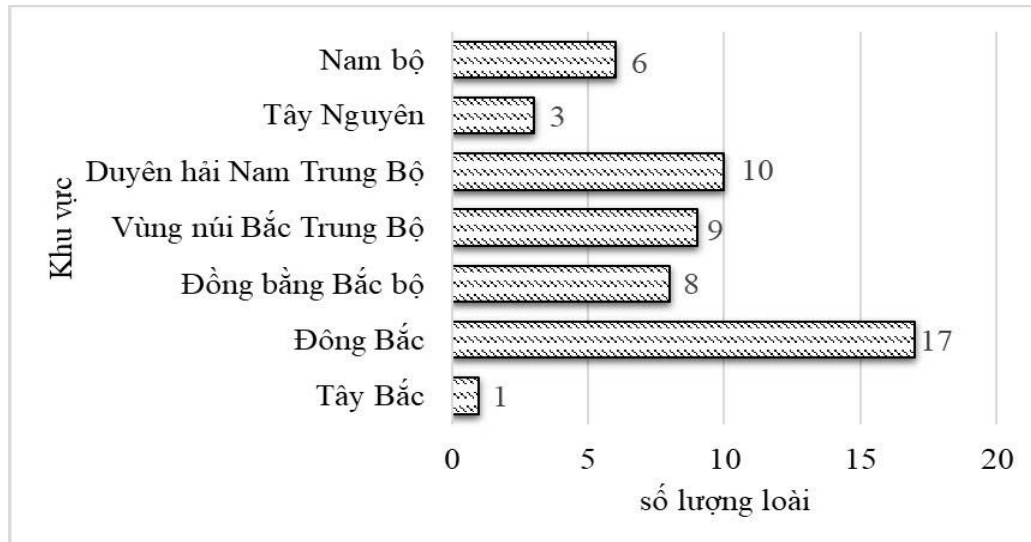
Ngoài ra, một số loài có phân bố rộng khắp cả nước là 8 loài chiếm 24% (Hình 3.49), bao gồm *Atya moluccensis*, *Caridina peninsularis*, *C. gracilipes*, *C. gracillima*, *C. gracilirostris*, *C. lanceifrons*, *C. macrophora*, *C. typus*. Trong số các loài có phân bố rộng cả nước, có *C. peninsularis*, *C. gracillima*, *C. macrophora* vẫn được xếp vào nhóm các loài phân bố nhiệt đới.

Nếu phân chia theo vùng địa lý thủy sinh vật theo Đặng Ngọc Thanh và cs. (2002), với 377 địa điểm khảo sát, số lượng địa điểm thu được tôm Atyidea ở 7 vùng là khác nhau.

Bảng 3.14. Số lượng, tỷ lệ mẫu tôm Atyidea theo vùng khí hậu

Vùng khí hậu	Số địa điểm khảo sát	Địa điểm thu được mẫu		Địa điểm không thu được mẫu	
		Số lượng	Tỷ lệ (%)	Số lượng	Tỷ lệ (%)
Tây Bắc	36	8	22	28	78
Đông Bắc	153	139	91	14	9
Đồng bằng Bắc Bộ	62	58	94	4	6
Vùng núi Bắc Trung Bộ	35	34	97	1	3
Duyên hải Nam Trung Bộ	35	32	91	3	9
Tây Nguyên	17	2	12	15	88
Nam Bộ	39	21	54	18	46
Tổng số	377	294		83	

Qua kết quả ở Bảng 3.14 cho thấy tôm Atyidae ít phân bố ở vùng Tây Bắc có tới 78% số điểm khảo sát không thu được mẫu tôm Atyidae, vùng Tây Nguyên cũng là vùng ít thu được mẫu tôm Atyidae số điểm không thu được mẫu chiếm 88%. Vùng Bắc Trung Bộ, vùng Đồng bằng Bắc Bộ, vùng Đông Bắc, vùng Nam Trung Bộ là các vùng có sự phân bố nhiều của các loài tôm thuộc họ Atyidae với tỷ lệ số điểm thu được mẫu chiếm trên 90% số điểm khảo sát.



Hình 3.50. Biểu đồ số lượng loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam theo khu vực

Đánh giá về đa dạng loài, từ kết quả ở biểu đồ cho thấy khu vực Đông Bắc Bộ là khu vực có sự đa dạng nhất về thành phần loài với 17 loài, tiếp theo là khu vực Nam Trung Bộ với 10 loài, khu vực Nam Bộ, Đồng bằng Bắc Bộ, Bắc Trung Bộ và Nam Bộ lần lượt là 8, 9 và 6 loài. Hai khu vực có ít loài phân bố nhất đó là khu vực Tây Bắc với 1 loài và Tây Nguyên là 3 loài.

Loài duy nhất tìm thấy ở Tây Bắc đó là *C. lanceifrons*. Vùng Đông Bắc và Đồng bằng Bắc Bộ cũng là vùng có sự đa dạng về loài của tôm Atyidae. Ở khu vực này chủ yếu là các loài tôm Atyidae đặc hữu cho Việt Nam, chiếm tới 45,5% số loài ghi nhận đó là: *Caridina cucphuongensis*, *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. clinata*, *C. nguyenii*, *C. caobangensis*, *C. haivanensis*, *C. tricincta*, *C. pacbo*, *C. thachlam*, *C. namdat*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp. 2, *Caridina* sp.3 và *Caridina* sp.4.

Có 3 loài có sự xuất hiện ở nhiều vùng là *Caridina lanceifrons*, *C. macrophora*, *C. gracilipes*, đây là các loài có sự phân bố rộng.

3.2.1.2. Phân bố theo địa hình cảnh quan và độ cao

a. Phân bố theo địa hình cảnh quan

Việt Nam có địa hình cảnh quan đa dạng, nhiều loại hình thủy vực nội địa. Tuy khác nhau giữa các miền Bắc, Trung và Nam, nhưng nhìn chung có thể phân biệt thành 3 vùng địa hình cảnh quan chủ yếu: vùng núi đồi, vùng đồng bằng và vùng đất

ven biển. Vùng núi đồi chiếm diện tích lớn ở miền Bắc và miền Trung, với các thủy vực đặc trưng là sông, suối vùng núi, hồ tự nhiên và nhân tạo. Vùng đồng bằng chiếm diện tích lớn ở miền Nam Việt Nam, hẹp ở miền Trung, với các thủy vực phổ biến là sông vùng đồng bằng, kênh rạch, ao và ruộng lúa nước. Vùng đất ven biển có địa hình thấp tiếp giáp với biển, các thủy vực đặc trưng là các cửa sông và các vùng nước lợ ven biển.

Các loài tôm Atyidae - giống như các thủy sinh vật nội địa khác cũng có những đặc trưng tương ứng tạo nên các tập hợp loài đặc trưng cho các vùng phân bố: vùng đồi-núi, vùng đồng bằng, vùng ven biển, tồn tại và thích ứng với các đặc trưng sinh thái cảnh quan, môi trường các thủy vực mỗi vùng. Trong mỗi tập hợp loài, thường thấy các thành phần loài đặc trưng cho vùng phân bố, không có hoặc rất ít gặp ở các vùng khác, bên cạnh thành phần loài có phân bố rộng ở các vùng. Những yếu tố có ý nghĩa quan trọng với đời sống sinh vật như tốc độ dòng chảy, độ trong của nước, nhiệt độ, độ mặn và các đặc tính của nền đáy.

- Phân bố của tôm Atyidae ở các thủy vực vùng đồi núi:

Tập hợp các loài tôm Atyidae phân bố ở các thủy vực sông, suối đồi núi, chủ yếu là ở phía Bắc, 18 loài (chiếm 54,5%) bao gồm: *C. cucphuongensis*, *C. clinata*, *C. pseudoserrata*, *C. cantonensis*, *C. serrata*, *C. rubropunctata*, *C. nguyenii*, *C. caobangensis*, *C. haivanensis*, *C. tricincta*, *C. pacbo*, *C. thachlam*, *C. namdat*, *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.3, *Caridina* sp.4 và *Neocaridina palmata palmata*. Đặc trưng cơ bản của sông suối vùng đồi núi ở độ cao trên 15 m tới 1500 m là lòng hẹp, nông, có chế độ nước chảy. Mực nước dao động lớn giữa các mùa trong năm, cao về mùa mưa (dòng chảy mạnh) nhưng lại xuống thấp vào mùa khô (dòng chảy chậm), có khi gần như cạn nước hoàn toàn, nền đáy đá, sỏi, cát. Hàm lượng oxy hoà tan thường cao, nhiệt độ nước thấp, đặc biệt xuống thấp về mùa đông. Thực vật thủy sinh bao gồm thực vật thủy sinh bậc cao, tảo đáy bám đá.

Trong các dạng thủy vực, thủy vực vùng núi đá vôi đã ghi nhận được số lượng loài tôm riu lớn nhất với nhiều loài đặc hữu nhất, bao gồm *C. cucphuongensis*, *C. clinata*, *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. nguyenii*, *C. caobangensis*, *C. tricincta*, *C. pacbo*, *C. thachlam*, *C. namdat*, *Neocaridina palmata palmata* (11 loài, chiếm 33,3% tổng số loài ghi nhận được). Vùng núi đá vôi thường có các thủy vực trong hang ngầm, với các đặc trưng như điều kiện ánh sáng hạn chế hoặc hoàn toàn không có, nhiệt độ thường thấp, mức độ khuếch tán oxy vào nước thấp, phù sa lắng đọng ít và dinh dưỡng nghèo. Tuy nhiên, có 2 loài tôm Atyidae được ghi nhận ở điều kiện hang động này đó là *C. thachlam* và *C. namdat*. Trong đó, loài *C. thachlam* có nhiều đặc điểm được đánh giá đã thích nghi hoàn toàn với đời sống trong hang động

(stygobitic species) như giảm hoặc mất hoàn toàn mắt và sắc tố cơ thể, các cơ quan xúc giác phát triển, chân dài hơn và hình dạng cơ thể mảnh mai hơn so với các loài sống trong điều kiện bình thường [110]. Miền Bắc Việt Nam có diện tích núi đá vôi lớn do đó có thể còn nhiều loài tôm thuộc họ Atyidae ở vùng này chưa được khám phá. Các kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với các nhận định trước đây về tính đặc hữu rất cao của vùng núi đá vôi. Theo Vermeulen và Maassen (2003), vùng núi đá vôi Đông Bắc Việt Nam là khu vực chuyển tiếp giữa hệ động vật Palearctic (vùng cực) của Trung Quốc đại lục và hệ động vật Đông Nam Á ở Đông Dương (Indomalayan) [111]. Các khu vực chuyển tiếp như vậy thường rất phong phú về loài và nhiều loài đặc hữu. Khí hậu ẩm ướt và sự đa dạng về địa hình và địa chất đã làm tăng thêm sự đa dạng sinh học. Clements và cs. (2006) nhận xét rằng các núi đá vôi đã hình thành nên các đảo ở trong đảo (islands within islands) và được biết đến như những khu vực có tính đặc hữu cao [112]. Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2007) cũng nhận xét rằng khu hệ giáp xác miền Bắc Việt Nam có tính đặc hữu cao cả về mức độ đặc hữu cũng như về các bậc taxon đặc hữu [76]. Như vậy, nghiên cứu này đã củng cố kết quả của các nghiên cứu trước đây về tính đặc hữu cao về khu hệ sinh vật giáp xác và thân mềm ở các thủy vực núi đá vôi của Việt Nam.

- Phân bố của tôm Atyidae ở các thủy vực vùng đồng bằng:

Các thủy vực vùng đồng bằng Việt Nam đặc trưng bởi phần hạ lưu các sông lớn, các sông đào, kênh rạch, đầm ao, ruộng lúa nước. Các thủy vực này có chế độ nước tĩnh hoặc nước chảy chậm vào mùa khô, chảy mạnh vào mùa mưa, độ trong thấp, nền đáy bùn, cát, hàm lượng ôxy hoà tan thấp hơn so với ở sông suối vùng núi, nhiệt độ nước cao hơn, độ đục cao hơn, hàm lượng dinh dưỡng. Các thủy vực này chịu tác động rất nhiều của các hoạt động sinh hoạt, sản xuất nông nghiệp, công nghiệp. Tại các thủy vực này vào mùa lũ các sinh vật có từ sông có thể đi vào các ao, ruộng, kênh rạch [75]. Điều này giải thích tại sao nhiều loài tôm Atyidae vốn chỉ sống tại các sông lại xuất hiện ở các thủy vực nội đồng. Nhóm loài tôm Atyidae thường xuyên bắt gặp trong vùng thủy vực vùng đồng bằng là *Caridina lanceifrons*, *C. macrophora* và *C. gracilipes*. Cũng có thể bắt gặp một số loài này ở các thủy vực sông, suối, hồ vùng đồi núi nhưng nhìn chung, chúng chủ yếu phân bố ở các sông trong cảnh quan vùng đồng bằng.

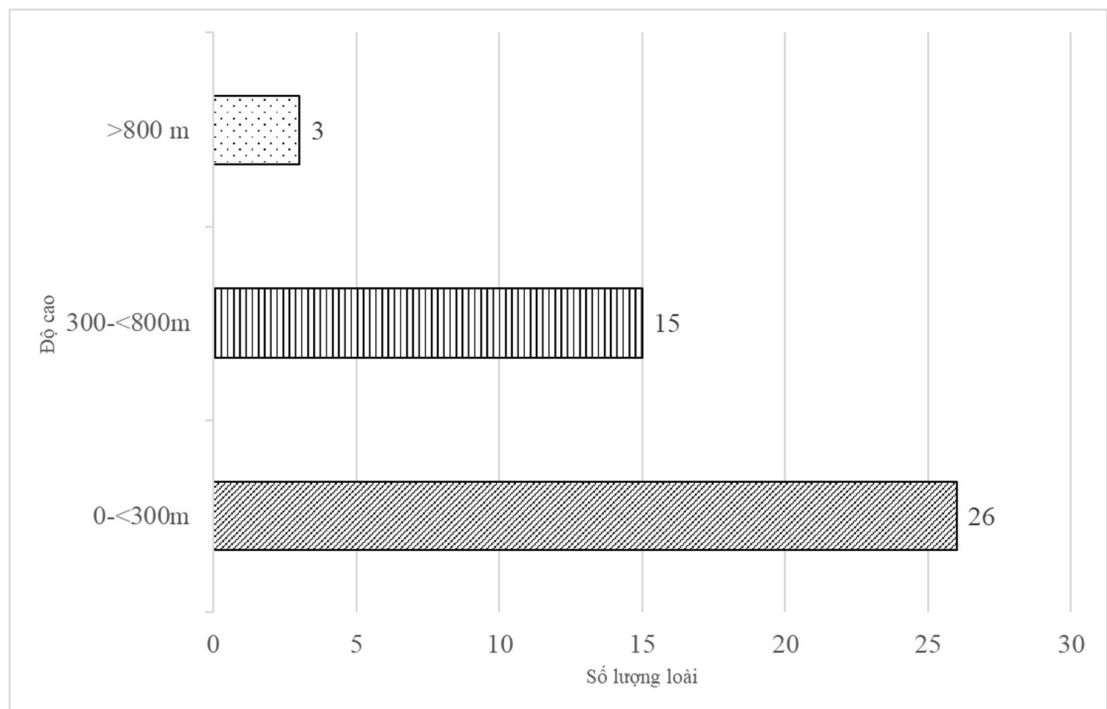
- Phân bố của tôm Atyidae ở thủy vực vùng cửa sông ven biển:

Vùng cửa sông nước ta trải dài từ Bắc vào Nam tạo nên một vùng nước lợ rộng lớn. Các sinh cảnh vùng nước lợ đa dạng phụ thuộc vào nhân tố tự nhiên (thủy triều...) và canh tác nông nghiệp. Ở cửa sông thường có độ mặn không ổn định, cao vào mùa khô và thấp vào mùa mưa, vào mùa mưa các cửa sông bị ngọt hoá, độ mặn

chỉ còn 4% [75]. Nhóm loài tôm Atyidae bắt gặp chủ yếu ở vùng cửa sông nước ta là: *C. tonkinensis*, *C. johnsoni*, *C. excavatoides*, *C. temasek*. Qua phân tích địa điểm, thời gian thu thập mẫu vật và tham khảo tài liệu về nơi sống của các loài kể trên, chúng tôi cho rằng nhóm loài này là nhóm loài sống giữa nước ngọt và nước mặn hay còn gọi là nhóm loài chỉ chủ yếu phân bố ở vùng nước lợ. Loài *Caridina johnsoni* chỉ thu được ở một số vùng cửa sông ven biển miền Nam như sông Thu Bồn (Quảng Nam), sông Sài Gòn (thành phố Hồ Chí Minh), sông Hậu (An Giang), sông Giang Thạch, sông Cái Lớn, sông Cái Bé (Kiên Giang). Tại các địa điểm ở trung và thượng lưu các con sông không thu được mẫu vật của loài này, kể cả các tháng mùa khô. Qua phân tích địa điểm, thời gian thu thập mẫu vật và tham khảo tài liệu về nơi sống của loài này, có thể kết luận rằng nhóm loài này là nhóm loài sống giữa nước ngọt và nước mặn hay còn gọi là nhóm loài chỉ chủ yếu phân bố ở vùng nước lợ.

b. Phân bố theo độ cao

Căn cứ vào số liệu về độ cao của các loài thu được và theo sự phân chia các đai độ cao dựa vào điều kiện thảm thực vật, địa hình khu vực Đông Dương của Bain và Hurley (2011), NCS đã tổng hợp số lượng các loài tôm Atyidae ở 3 đai độ cao: độ cao dưới 300 m (vùng đồng bằng), độ cao 300 m đến dưới 800 m (vùng núi thấp) và độ cao trên 800 m (vùng núi cao) [113].



Hình 3.51. Biểu đồ số lượng loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam theo độ cao

Nhìn vào biểu đồ số lượng loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam theo độ cao (Hình 3.51) cho thấy, khu vực đồng bằng (dưới 300 m) có tới 26 loài phân bố, chiếm 89,7% tổng số loài được ghi nhận của luận án (78,8% số loài được ghi nhận ở Việt

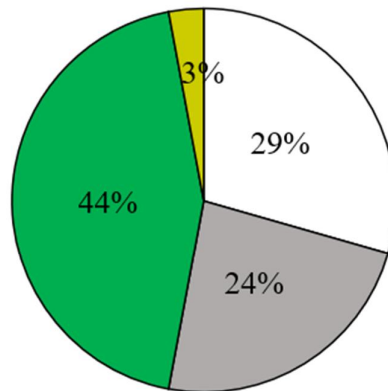
Nam). Ở vùng núi thấp từ 300 m đến dưới 800 m có sự xuất hiện của 15 loài (51,7%). Có 12 loài có phân bố ở cả 2 vùng đồng bằng và vùng núi thấp, có 3 loài chỉ thấy phân bố ở vùng núi thấp đó là *C. nguyeni*, *Caridina* sp.3, *C. pacbo*, ở độ cao thấp hơn chưa ghi nhận loài này. Ở độ cao trên 800 m so với mực nước biển chỉ có phân bố của 3 loài gồm *C. pseudoserrata*, *C.caobangensis* và *Neocaridina palmata palmata*. Độ cao trên 1000 m chỉ thấy có sự xuất hiện của 1 loài duy nhất là *N. palmata palmata*.

Như vậy, có thể thấy đa số các loài tôm thuộc họ Atyidae có phân bố ở độ cao thấp dưới 300 m so với mực nước biển. Tuy nhiên độ cao dưới 300 m này là khu vực chịu nhiều tác động của các hoạt động sống của con người như hoạt động canh tác nông nghiệp cũng như các hoạt động sản xuất công nghiệp, đây là mối đe dọa lớn với các loài tôm thuộc họ Atyidae.

3.2.2. Đánh giá phân hạng bảo tồn và yếu tố tác động đến các loài Atyidae ở Việt Nam

3.2.2.1. Đánh giá phân hạng bảo tồn các loài Atyidae ở Việt Nam

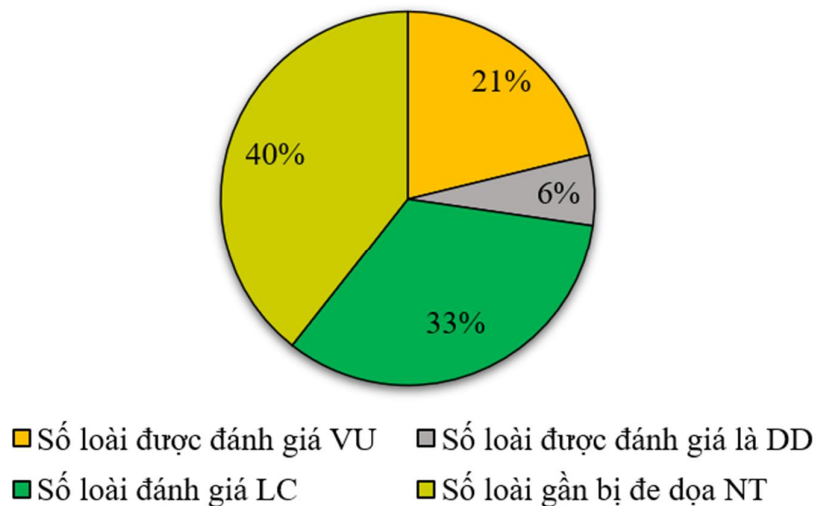
Trong tổng số 33 loài tôm Atyidae được ghi nhận ở Việt Nam, 24 loài đã được Liên minh Quốc tế Bảo tồn Thiên nhiên và Tài nguyên Thiên nhiên (IUCN) ghi nhận trên qui mô toàn cầu. Theo đó, 8 loài (*Caridina caobangensis*, *C. clinata*, *C. cucphuongensis*, *C. macrophora*, *C. nguyenni*, *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. tonkinensis*) được đánh giá ở mức Thiếu dữ liệu (DD), 15 loài (*C. catonensis*, *C. excavatoides*, *C. gracilipes*, *C. gracillima*, *C. gracilirostris*, *C. johnsoni*, *C. lanceifrons*, *C. mertoni*, *C. peninsularis*, *C. temasek*, *C. weberi sumatrensis*, *C. weberi*, *C. typus*, *Atyopsis moluccensis* và *Neocaridina palmata palmata*) ở mức Ít lo ngại (LC) và 1 loài (*C. serrata*) ở mức Gần bị đe dọa (NT) (Hình 3.52).



- Số loài chưa được đánh giá ■ Số loài được đánh giá là DD
 ■ Số loài đánh giá LC ■ Số loài gần bị đe dọa NT

Hình 3.52. Tình trạng bảo tồn các loài Atyidae do IUCN ghi nhận

Kết quả đánh giá phân hạng bảo tồn các loài tôm Atyidae ở Việt Nam theo các thứ hạng và tiêu chuẩn của IUCN cho thấy số lượng loài được đánh giá ở mức Sẽ nguy cấp (VU) là 7 (chiếm 21%), mức Gần bị đe dọa (NT) là 13 (chiếm 40%), mức Ít lo ngại (LC) là 11 (chiếm 33%) và Thiếu dữ liệu (DD) là 2 (chiếm 6%) (Bảng 3.9). Như vậy, mức độ bị đe dọa của tôm Atyidae là cao hơn với các nhóm động vật không xương sống nước ngọt khác. Đáng chú ý, nhóm loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa chiếm tỷ lệ khá cao. Nếu môi trường sống tiếp tục bị phá hủy như với tốc độ hiện tại thì tỷ lệ các loài bị đe dọa tuyệt chủng của nhóm này có thể lên tới gần 50% (Hình 3.53).



Hình 3.53. Phân hạng bảo tồn các loài Atyidae ở Việt Nam theo tiêu chí của IUCN

Hầu hết các loài được đánh giá ở mức Sẽ nguy cấp hoặc Gần bị đe dọa đều là những loài đặc hữu của Việt Nam với phạm vi phân bố rất hẹp. Trong số 33 loài tôm Atyidae được ghi nhận ở Việt Nam, có tới 15 loài được cho là đặc hữu của Việt Nam (chiếm 45,5% tổng số loài). Nhiều loài tôm Atyidae có phân bố hẹp như *Caridina thachlam*, *C. namdat* chỉ tìm thấy ở một số hang động, *C. haivanensis* chỉ thấy ở một số con suối hoặc *C. cantonensis*, *C. serrata* chỉ phân bố ở một vài hòn đảo. Đây cũng chính là những loài cần được ưu tiên bảo tồn. Phạm vi phân bố rất hạn hẹp nhưng tôm riêu nước ngọt đang phải đối mặt với việc môi trường sống bị phá hủy và ô nhiễm nặng nề từ các hoạt động của con người như khai thác khoáng sản, phá rừng, canh tác nông nghiệp, đô thị hóa, khai thác quá mức, du nhập các loài sinh vật ngoại lai xâm hại; và cả những tác động từ thiên nhiên như hạn hán do biến đổi khí hậu gây ra. Nếu không có các biện pháp giảm thiểu sự suy thoái môi trường sống và hạn chế những tác động của biến đổi khí hậu, cơ hội để bảo tồn các loài tôm này sẽ biến mất trong tương lai gần.

Bảng 3.15. Đánh giá tình trạng bảo tồn các loài tôm họ Atyidae ở Việt Nam theo hướng dẫn của IUCN

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
1	<i>Caridina cantonensis</i> Yu, 1938	LC	VU	Ở Việt Nam, loài này được tìm thấy ở một số con suối nhỏ trên đảo Cù Lao Chàm. Nơi sinh sống của loài nằm trong các khu vực được quân đội quản lý hoặc khu vực bảo vệ nguồn nước và một khu bảo tồn cho các hệ sinh thái trên cạn đang được xúc tiến thành lập ở Cù Lao Chàm. Điều này có thể giúp bảo vệ loài khỏi sự xâm lấn của quá trình đô thị hóa. Tuy nhiên, loài này chỉ sinh sống ở một khu vực rất nhỏ, diện tích vùng cư trú (AOO) ước tính nhỏ hơn 20 km ² và do toàn bộ vùng phân bố đã biết của chúng nằm trong một khu vực đang phát triển mạnh mẽ về du lịch, chịu tác động rất lớn từ việc hoạt động xây dựng có sở hạ tầng. Do đó loài này được đánh giá là Sẽ nguy cấp (VU D2).
2	<i>Caridina caobangensis</i> Li & Liang, 2002*	DD	NT	Loài chỉ được ghi nhận ở một số địa điểm của Cao Bằng, diện tích phạm vi phân bố (EEO) ước tính < 20.000 km ² . Mặc dù một số khu vực phân bố của loài được bảo vệ khá tốt nhưng nhiều quần thể đã bị tác động nghiêm trọng hoặc biến mất bởi các hoạt động của con người như phá rừng, chuyển đổi đất rừng sang đất canh tác nương rẫy, khai thác khoáng

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
				sản gây ô nhiễm môi trường nước. Đây là loài đòi hỏi môi trường sống hầu như không bị tác động. Trong tương lai gần, bất cứ tác động nào làm thay đổi chất lượng nước đều có thể dẫn đến tình trạng bị đe dọa tuyệt chủng đối với các quần thể còn lại của loài ở một vài địa điểm của Cao Bằng (Hà Quảng, Quảng Yên, Phục Hòa). Do đó, loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa.
3	<i>Caridina clinata</i> Cai, Quynh & Ng, 1999*	DD	NT	Loài được ghi nhận ở Vườn Quốc gia Cúc phương, khu vực được bảo vệ khá tốt. Trong tương lai gần, không có bất cứ hoạt động đáng kể nào được coi là mối đe dọa tới loài.
4	<i>Caridina cucphuongensis</i> Dang, 1980*	DD	NT	Loài chỉ được ghi nhận ở Vườn Quốc gia Cúc phương, diện tích phạm vi phân bố (EOO) < 20.000 km ² . Mặc dù khu vực phân bố của loài được bảo vệ khá tốt. Tuy nhiên, đây là loài đòi hỏi môi trường sống hầu như không bị tác động. Trong tương lai gần, bất cứ tác động nào làm thay đổi chất lượng nước đều có thể dẫn đến tình trạng bị đe dọa tuyệt chủng đối với loài. Do đó, loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa.
5	<i>Caridina excavatoides</i> Johnson, 1961	LC	LC	Loài có phân bố khá rộng rãi ở nhiều thủy vực vùng đất thấp ở miền Nam Việt Nam.

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
6	<i>Caridina gracilipes</i> De Man, 1892	LC	LC	Loài này có phân bố rộng khắp Việt Nam. Mặc dù cũng bị khai thác cùng với các đối tượng thủy sản khác như cá, cua và tôm, nhưng không có mối đe dọa cụ thể nào đối với loài này có thể được xác định. Do sự phân bố rộng rãi và không có bất kỳ mối đe dọa lớn nào đã biết, loài này được đánh giá là Ít lo ngại.
7	<i>Caridina gracillima</i> Lanchester, 1901	LC	LC	Loài có phân bố khá rộng rãi ở nhiều thủy vực vùng đất thấp ở Việt Nam.
8	<i>Caridina gracilirostris</i> De Man, 1892	LC	LC	Loài có phân bố khá rộng rãi ở nhiều thủy vực vùng đất thấp ở Việt Nam.
9	<i>Caridina haivanensis</i> Do & Dang, 2010*		VU	Loài được đánh giá là Sẽ nguy cấp do có diện tích cư trú rất nhỏ (AOO < 20 km ²). Thêm vào, do có màu sắc cơ thể đẹp, loài còn đang bị khai thác làm sinh vật cảnh. Một số khu vực cư trú của loài (đèo Hải Vân) cũng đang bị tác động mạnh do xây dựng cơ sở hạ tầng (đường quốc lộ).
10	<i>Caridina johnsoni</i> Cai, Ng & Choy, 2007	LC	LC	Loài có phân bố khá rộng rãi ở nhiều thủy vực vùng đất thấp ở Việt Nam.

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
11	<i>Caridina lanceifrons</i> Yu, 1936	LC	LC	Loài này có phân bố rộng khắp miền Bắc Việt Nam cho tới Quảng Nam ở miền Trung. Mặc dù cũng bị khai thác cùng với các đối tượng thủy sản khác như cá, cua và tôm, nhưng không có mối đe dọa cụ thể nào đối với loài này có thể được xác định. Do sự phân bố rộng rãi và không có bất kỳ mối đe dọa lớn nào đã biết, loài này được đánh giá là Ít lo ngại.
12	<i>Caridina macrophora</i> Kemp, 1918	DD	LC	Loài này có phân bố rộng khắp Việt Nam. Mặc dù cũng bị khai thác cùng với các đối tượng thủy sản khác như cá, cua và tôm, nhưng không có mối đe dọa cụ thể nào đối với loài này có thể được xác định. Do sự phân bố rộng rãi và không có bất kỳ mối đe dọa lớn nào đã biết, loài này được đánh giá là Ít lo ngại.
13	<i>Caridina mertoni</i> Roux, 1911	LC	DD	Do phạm vi phân bố, kích thước và xu hướng quần thể cùng với các mối đe dọa lâu dài chưa được xác định, loài được đánh là Thiếu dẫn liệu (DD).
14	<i>Caridina namdat</i> Do, Dang & von Rintelen, 2021*		VU	Dựa trên số liệu khảo sát ở nhiều địa điểm của Việt Nam, có thể thấy đây là loài có diện tích cư trú rất nhỏ (AOO < 20 km ²). Thêm vào đó, phạm vi phân bố của loài không thuộc bất cứ khu bảo tồn và vườn quốc gia nào. Rừng ở địa điểm

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
				chuẩn của loài đã hoàn toàn bị phá hủy và thay bằng khu vực canh tác nông nghiệp. Dựa trên diện tích cư trú và những tác động tiêu cực từ các hoạt động của con người với sinh cảnh sống, loài được đánh giá là Sẽ nguy cấp (VU).
15	<i>Caridina nguyeni</i> Li & Liang, 2002*	DD	NT	Loài chỉ được ghi nhận ở một số địa điểm của Cao Bằng, diện tích phạm vi phân bố (EEO) ước tính < 20.000 km ² . Mặc dù một số khu vực phân bố của loài được bảo vệ khá tốt nhưng nhiều quần thể đã bị tác động nghiêm trọng hoặc biến mất bởi các hoạt động của con người như phá rừng, chuyển đổi đất rừng sang đất canh tác nương rẫy, khai thác khoáng sản gây ô nhiễm môi trường nước. Đây là loài đòi hỏi môi trường sống hầu như không bị tác động. Trong tương lai gần, bất cứ tác động nào làm thay đổi chất lượng nước đều có thể dẫn đến tình trạng bị đe dọa tuyệt chủng đối với các quần thể còn lại của loài ở một vài địa điểm của Cao Bằng (Hà Quảng). Do đó, loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa.
16	<i>Caridina pacbo</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020*		NT	Loài chỉ được ghi nhận ở một số địa điểm của Cao Bằng (Trường Hà, Hà Quảng), diện tích phạm vi phân bố (EEO) ước tính < 20.000 km ² . Mặc dù một số khu vực phân bố của

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
				loài được bảo vệ khá tốt nhưng cũng có một số địa điểm sinh sống của loài đang bị tác động bởi nhiều hoạt động của con người như phá rừng và canh tác nương rẫy. Đây là loài đòi hỏi môi trường sống hầu như không bị tác động. Trong tương lai gần, bất cứ tác động nào làm thay đổi chất lượng nước đều có thể dẫn đến tình trạng bị đe dọa tuyệt chủng đối với loài. Do đó, loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa.
17	<i>Caridina peninsularis</i> Kemp, 1918	LC	LC	Loài có phân bố khá rộng rãi ở nhiều thủy vực vùng đất thấp ở Việt Nam.
18	<i>Caridina pseudoserrata</i> Dang & Do, 2007*	DD	NT	Loài chỉ được ghi nhận ở một số địa điểm của Cao Bằng, diện tích phạm vi phân bố (EOO) ước tính < 20.000 km ² . Mặc dù một số khu vực phân bố của loài được bảo vệ khá tốt nhưng nhiều quần thể đã bị tác động nghiêm trọng hoặc biến mất bởi các hoạt động của con người như phá rừng, chuyển đổi đất rừng sang đất canh tác nương rẫy, khai thác khoáng sản gây ô nhiễm môi trường nước. Đây là loài đòi hỏi môi trường sống hầu như không bị tác động. Trong tương lai gần, bất cứ tác động nào làm thay đổi chất lượng nước đều có thể dẫn đến tình trạng bị đe dọa tuyệt chủng đối với các quần thể

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
				còn lại của loài ở một vài địa điểm của Cao Bằng (Quảng Yên, Nguyên Bình). Do đó, loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa.
19	<i>Caridina rubropunctata</i> Dang & Do, 2007*	DD	NT	Mặc dù đây là loài mới được công bố, tuy nhiên số liệu khảo sát rộng khắp toàn quốc của chúng tôi là đủ lớn để đảm bảo đánh giá được tình trạng bảo tồn của loài. Loài chỉ được ghi nhận ở một số địa điểm của Thái Nguyên (Đồng Hỷ), Tuyên Quang (Na Hang), diện tích phạm vi phân bố (EOO) ước tính < 20.000 km ² . Mặc dù một số khu vực phân bố của loài được bảo vệ khá tốt (Na Hang) nhưng cũng có một số địa điểm sinh sống của loài đang bị tác động bởi nhiều hoạt động của con người phá rừng, chuyển đổi đất rừng sang đất canh tác nương rẫy (Đồng Hỷ), khai thác khoáng sản gây ô nhiễm môi trường nước. Đây là loài đòi hỏi môi trường sống hầu như không bị tác động. Trong tương lai gần, bất cứ tác động nào làm thay đổi chất lượng nước đều có thể dẫn đến tình trạng bị đe dọa tuyệt chủng đối với loài. Do đó, loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa.

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
20	<i>Caridina serrata</i> Stimpson, 1860	NT	VU	Ở Việt Nam, loài này chỉ được biết đến từ một vài con suối nhỏ trên đảo Cù Lao Chàm. Nơi sinh sống của loài nằm trong các khu vực được quân đội quản lý hoặc khu vực bảo vệ nguồn nước và một khu bảo tồn cho các hệ sinh thái trên cạn đang được xúc tiến thành lập ở Cù Lao Chàm. Điều này có thể giúp bảo vệ loài khỏi sự xâm lấn của quá trình đô thị hóa. Tuy nhiên, loài này chỉ sinh sống ở một khu vực rất nhỏ (AOO < 20 km ²) và do toàn bộ vùng phân bố đã biết của chúng nằm trong một quần thể đang phát triển mạnh mẽ về kinh tế và du lịch, loài này được đánh giá là Sẽ nguy cấp (VU D2).
21	<i>Caridina temasek</i> Choy & Ng, 1991	LC	LC	Loài có phân bố khá rộng rãi ở nhiều thủy vực vùng đất thấp ở miền Nam Việt Nam.
22	<i>Caridina thachlam</i> Do, Cao, von Rintelen, 2021*		VU	Đây là loài có diện tích cư trú rất nhỏ. Diện tích cư trú (AOO) ước tính < 20 km ² , chỉ ở một số hang động của Vườn Quốc gia Cúc Phương. Bất cứ sự thay đổi nào về chất lượng môi trường nước có thể đẩy loài này lên một trong các một mức độ bị đe dọa trong tương lai gần. Việt Nam được dự báo là một trong những nước bị ảnh hưởng nặng nề nhất của biến

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
				đổi khí hậu. Sự suy giảm mực nước ngầm do hạn hán kéo dài dự báo sẽ ảnh hưởng đến các loài sống ở các thùy vực trong hang động. Vì vậy, loài này được đánh giá ở mức Sẽ nguy cấp (VU).
23	<i>Caridina tonkinensis</i> Bouvier, 1919	DD	DD	Do phạm vi phân bố, kích thước và xu hướng quần thể cùng với các mối đe dọa lâu dài chưa được xác định, loài được đánh là Thiếu dẫn liệu (DD).
24	<i>Caridina tricincta</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020*		NT	Loài chỉ được ghi nhận ở một số địa điểm của Tuyên Quang (Na Hang) và Hà Giang (Bắc Mê), diện tích phạm vi phân bố ước tính < 20.000 km ² . Mặc dù một số khu vực phân bố của loài được bảo vệ khá tốt nhưng cũng có một số địa điểm sinh sống của loài đang bị tác động bởi nhiều hoạt động của con người như phá rừng và canh tác nương rẫy. Đây là loài đòi hỏi môi trường sống hầu như không bị tác động. Trong tương lai gần, bất cứ tác động nào làm thay đổi chất lượng nước đều có thể dẫn đến tình trạng bị đe dọa tuyệt chủng đối với loài. Do đó, loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa.
25	<i>Caridina typus</i>	LC	LC	Loài có phân bố khá rộng rãi ở nhiều thùy vực ở các đảo của Việt Nam.

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
26	<i>Caridina weberi</i> De Man, 1892	LC	NT	Ở Việt Nam, loài có phân bố tại khu vực đèo Hải Vân. Một số khu vực cư trú của loài (đèo Hải Vân) cũng đang bị tác động mạnh do xây dựng cơ sở hạ tầng. Do phạm vi phân bố, kích thước và xu hướng quần thể cùng với các mối đe dọa lâu dài chưa được xác định, loài được đánh giá ở mức Gần bị đe dọa (NT).
27	<i>Caridina weberi sumatrensis</i> De Man, 1892	LC	VU	Ở Việt Nam, loài này được tìm thấy ở một số con suối nhỏ trên đảo Cù Lao Chàm. Nơi sinh sống của loài nằm trong các khu vực bảo vệ nguồn nước ở Cù Lao Chàm. Điều này có thể giúp bảo vệ loài khỏi sự xâm lấn của quá trình đô thị hóa. Tuy nhiên, loài này chỉ sinh sống ở một khu vực rất nhỏ, diện tích vùng cư trú (AOO) ước tính nhỏ hơn 20 km ² và do toàn bộ vùng phân bố đã biết của chúng nằm trong một khu vực đang phát triển mạnh mẽ về du lịch, chịu tác động rất lớn từ việc hoạt động xây dựng cơ sở hạ tầng. Do đó loài này được đánh giá là Sẽ nguy cấp (VU D2).
28	<i>Caridina</i> sp.1*		NT	Dựa trên số liệu khảo sát, có thể thấy loài này có diện tích cư trú rất nhỏ (AOO < 20 km ²). Mặc dù địa điểm phân bố của loài nằm trong khu bảo tồn Ngọc Sơn, Ngổ Luông nhưng các

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
				địa điểm này bị tác động bởi hoạt động du lịch, thủy điện và sự cạn đi của các con suối. Dựa trên những phân tích ở trên, loài được đánh giá là Gần bị đe dọa (NT).
29	<i>Caridina</i> sp.2*		NT	Dựa trên số liệu khảo sát ở nhiều địa điểm của Việt Nam, có thể thấy đây là loài có diện tích cư trú rất nhỏ (AOO < 20 km ²). Thêm vào đó, phạm vi phân bố của loài không thuộc bất cứ khu bảo tồn và vườn quốc gia nào. Rừng ở địa điểm chuẩn của loài đã hoàn toàn bị phá hủy và thay bằng khu vực canh tác nông nghiệp. Dựa trên diện tích cư trú và những tác động tiêu cực từ các hoạt động của con người với sinh cảnh sống, loài được đánh giá là Gần bị đe dọa (NT).
30	<i>Caridina</i> sp.3*		NT	Dựa trên số liệu khảo sát ở nhiều địa điểm của Việt Nam, có thể thấy đây là loài có diện tích cư trú rất nhỏ (AOO < 20 km ²). Thêm vào đó, phạm vi phân bố của loài không thuộc bất cứ khu bảo tồn và vườn quốc gia nào. Rừng ở địa điểm chuẩn của loài đã hoàn toàn bị phá hủy và thay bằng khu vực canh tác nông nghiệp. Dựa trên diện tích cư trú và những tác động tiêu cực từ các hoạt động của con người với sinh cảnh sống, loài được đánh giá là Gần bị đe dọa (NT).

STT	Tên loài	IUCN 2013	Tình trạng bảo tồn ở Việt Nam	Diễn giải
31	<i>Caridina</i> sp.4*		NT	Dựa trên số liệu khảo sát, có thể thấy loài này có diện tích cư trú rất nhỏ (AOO < 20 km ²). Mặc dù địa điểm phân bố của loài thuộc VQG Xuân Liên, Mặc dù địa điểm phân bố của loài thuộc Vườn Quốc gia Xuân Liên, tuy nhiên các địa điểm này vẫn chịu các tác động bởi hoạt động sống của con người như canh tác nương rẫy ở vùng đệm, hoạt động du lịch. Do đó, loài được đánh giá là Gần bị đe dọa (NT).
32	<i>Atyopsis moluccensis</i> (De Haan, 1849)	LC	VU	Loài này phân bố rộng trên thế giới. Ở Việt Nam, mặc dù trước kia đã ghi nhận loài tại các thủy vực nước chảy thượng nguồn các con sông các tỉnh Phú Thọ, Nghệ An, Quảng Nam, Quảng Ngãi [71]. Tuy nhiên trong 377 địa điểm khảo sát của luận án không thu được mẫu của loài này. Kích thước của loài này khá lớn nên bị khai thác làm thức ăn, loài này được đánh giá là VU (A2a).
33	<i>Neocaridina palmata palmata</i> (Shen, 1948)	LC	LC	Loài có phân bố khá rộng rãi ở nhiều địa điểm của vùng Đông và Tây Bắc Việt Nam. Mặc dù bị khai thác làm thức ăn, tuy nhiên do phân bố rộng ở nhiều độ cao khác nhau nên loài này được đánh giá là ít lo ngại.

Ghi chú: * những loài đặc hữu của Việt Nam

3.2.2.2. Đánh giá các yếu tố tác động Atyidae ở Việt Nam

Dựa vào hướng dẫn phân loại các nhân tố tác động của IUCN bao gồm 12 nhân tố tác động lên đa dạng sinh học bao gồm: phát triển khu dân cư và cơ sở hạ tầng, nông nghiệp và nuôi trồng thủy sản, sản xuất năng lượng và khai thác khoáng sản, xây dựng đường giao thông và hành lang, sử dụng tài nguyên, xâm phạm và quấy nhiễu của con người, thay đổi thiên nhiên, loài ngoại lai và bệnh tật, thiên tai, biến đổi khí hậu và thời tiết cực đoan, cùng các nhân tố khác. Theo cách phân loại nhân tố này cùng với các đặc điểm sinh học, sinh thái học của các loài tôm Atyidae có thể thấy các nguyên nhân chính tác động đến tôm Atyidae ở Việt Nam gồm:

Thay đổi thiên nhiên:

Theo thông kê của Bộ Tài Nguyên Môi Trường Trong giai đoạn 2017 - 2020 đã có 3.630 dự án đề nghị chuyển mục đích sử dụng rừng, với tổng diện tích đề nghị là 183.740 ha. Giai đoạn 2016 - 2020, khoảng 2.430 ha rừng tự nhiên bị mất đi mỗi năm [114]. Việc phá vỡ môi trường sống như việc chuyển đổi rừng hoặc rừng thành đất nông nghiệp dẫn đến sự tương tác hiệp đồng của một số yếu tố có hại, đặc biệt là sự suy thoái môi trường sống, giảm sự phân tán của quần thể động vật và tăng nguy cơ bị săn mồi, ảnh hưởng đến các loài không di chuyển được xa [115]. Ngoài ra việc mất đi của rừng sẽ ảnh hưởng tới tốc độ dòng chảy, độ trong của nước, nhiệt độ nước và các đặc tính của nền đáy, những yếu tố này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến những loài có phân bố ở khu vực sông suối miền núi, có tới 19 loài tôm Atyidae của Việt Nam có phân bố tại khu vực này, điều này dẫn đến nguy cơ mất đi một số loài đặc biệt các loài có phạm vi phân bố hẹp. Theo Brooks và cs., nhiều loài bị mất đi do thay đổi môi trường sống [116].

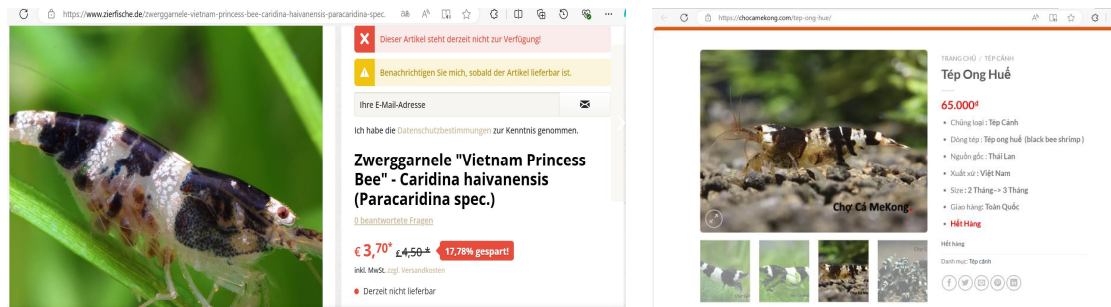


Hình 3.54. Tôm thuộc họ tôm Atyidae được khai thác làm thức ăn

Sử dụng tài nguyên:

Hầu hết các loài tôm riu Atyidae ở Việt Nam đều đang được khai thác làm thức ăn cho người dân địa phương (Hình 3.54). Trong số 29 loài ghi nhận có nhiều loài được khai thác với sản lượng lớn như *C. lanceifrons*, *C. gracilipes*, *C. macrophora*, *C. gracillima*, *C. johnsoni* và *Neocaridina palmata palmata*.

Ngoài ra, một số loài có màu sắc cơ thể đẹp còn được khai thác làm sinh vật cảnh, bán với giá trị rất cao, có thời điểm lên tới 50.000 đồng/cá thể như loài Tép ong Huế (*C. haivanensis*) (Hình 3.55), hay loài Tép chấm đỏ (*C. rubropunctata*).



Hình 3.55. Tôm thuộc họ tôm Atyidae được bán làm cảnh

Ô nhiễm:

Qua kết quả khảo sát cho thấy có tới 18 loài tôm Atyidae phân bố ở độ cao dưới 100m, đây là khu vực diễn ra các hoạt động sản xuất nông nghiệp, công nghiệp và sinh hoạt, lượng chất thải ra do các hoạt động trên có thể ảnh hưởng tới đời sống của các loài tôm có phân bố tại khu vực này.

Tôm Atyidae ưa sống ở những vùng nước không bị ô nhiễm, trừ một số loài phân bố rộng như *Caridina lanceifrons*, *C. gracilipes*, *C. macrophora* vẫn có thể sống ở những vùng bị ô nhiễm nhẹ hữu cơ và dầu mỡ. Ở những vùng bị ô nhiễm nặng do chất hữu cơ, dầu mỡ, chất rắn lơ lửng và kim loại nặng, không bắt gặp tôm Atyidae. Theo nghiên cứu của Shaw (1981), tôm Atyidae có tính chịu đựng cao với độ mặn và pH (giảm tới 6) nhưng rất nhạy cảm với nồng độ ammonia/ammonium và kim loại nặng [58]. Việt Nam là nước nông nghiệp, việc sử dụng các loại

Du lịch và giải trí:

Có thể thấy nhiều loài hiện chỉ tìm thấy ở Việt Nam có phân bố ở các vườn quốc gia hoặc khu bảo tồn như *C. cucphuongensis*, *C. clinata*, *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. nguyenii*, *C. caobangensis*, *C. tricincta*, *C. pacbo*, *C. thachlam*, *C. namdat*, *Neocaridina palmata palmata*, *Caridina* sp. 1, *Caridina* sp. 2, *Caridina* sp. 3 và *Caridina* sp. 4. Mặc dù khu vực có phân bố các loài này không bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm từ các hoạt động sản xuất công nghiệp tuy nhiên có nguy cơ ảnh hưởng bởi các hoạt động du lịch không bền vững, các hoạt động giải trí gây ra sự phá hủy môi trường sống tự nhiên của các loài này.

Biến đổi khí hậu:

Qua những mẫu vật thu được ở nhiều thời điểm cho thấy cá thể cái của họ tôm Atydidae mang trứng quanh năm nhưng con non chỉ xuất hiện vào những thời gian nhất định trong năm, điều này cũng phù hợp với nghiên cứu của Yam và Dugeon (2006) về tôm Atyidae ở Hồng Kông thì *Caridina* spp trứng của con cái ở những mùa không phải mùa sinh sản là những trứng không phát triển [57]. Khi sự biến đổi khí hậu diễn ra, việc tăng nhiệt độ, thay đổi lượng mưa, sẽ gây ảnh hưởng đến môi trường sống và sinh thái, điều này sẽ tác động trực tiếp tới tập tính sinh sản của các loài thuộc họ Atyidae.

3.2.3. Đề xuất biện pháp bảo tồn

Với các nhóm loài có phân bố rộng

Nhìn chung, với đa số các loài tôm riu (Atydidae) đặc biệt là các loài có phân bố rộng không có sự khác biệt về yêu cầu môi trường sống của chúng so với nhiều loài thủy sinh vật nước ngọt khác như họ tôm Palaemonidae, các họ cua Potamidae và Gecarcinidae. Như vậy, chúng ta có thể áp dụng các khuyến nghị chung về môi trường sống và bảo tồn cho các loài thủy sinh vật nước ngọt bao gồm: bảo vệ và cải thiện chất lượng môi trường nước, duy trì sự đa dạng sinh học, và phát triển các biện pháp quản lý bền vững.

Với các nhóm loài đặc hữu có phân bố hẹp

Với một số loài đặc hữu có khu vực phân bố hẹp như *C. thachlam* sống trong hang. Loài này hiện mới chỉ được ghi nhận ở ba địa điểm thuộc VQG Cúc Phương (tỉnh Ninh Bình). Mặc dù một địa điểm phân bố của loài được bảo vệ khá tốt do nằm trong vùng lõi của Vườn quốc gia nhưng hai địa điểm còn lại gần khu dân cư, chịu tác động tiêu cực từ hoạt động canh tác nương rẫy và khai thác nguồn nước từ các hang này cho mục đích sinh hoạt. Phạm vi phân bố rất hẹp cùng với những tác động như khai thác quá mức nguồn nước và biến đổi khí hậu có thể dẫn đến mức độ đe dọa cao hơn trong tương lai (tiêu chuẩn D2). Biện pháp bảo tồn với loài này: Quản lý, bảo vệ môi trường sống của loài; đẩy mạnh giáo dục và nâng cao nhận thức của cộng đồng nhằm hạn chế khai thác nguồn nước trong các hang; bảo vệ hệ sinh thái rừng tự nhiên và khôi phục hệ sinh thái bị suy thoái. Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng quần thể của loài.

Loài *C. tricincta* hiện chỉ được ghi nhận ở hai địa điểm ở Tuyên Quang và Hà Giang. Vùng phân bố hẹp, đang bị thu hẹp và suy thoái do các hoạt động xây dựng đập thủy điện, mất rừng, canh tác nông, lâm nghiệp và ô nhiễm môi trường nước (tiêu chuẩn D2). Loài này do màu sắc cơ thể đẹp nên ngoài việc khai thác làm thực phẩm, loài còn bị khai thác làm sinh vật cảnh. Mối đe dọa với loài này là khai thác, mất môi

trường sống do hoạt động làm nương rẫy, xây dựng đập thủy điện, ngập nước lòng hồ, cạn kiệt và ô nhiễm môi trường nước do hoạt động canh tác nông, lâm nghiệp. Biện pháp bảo tồn là quản lý, bảo vệ môi trường sống của loài; đẩy mạnh giáo dục và nâng cao nhận thức của cộng đồng không khai thác loài này làm thức ăn thực phẩm và sinh vật cảnh; khôi phục hệ sinh thái rừng tự nhiên, hạn chế mất rừng.

Tương tự *Caridina tricineta*, loài *C. haivanensis* chỉ được ghi nhận ở tỉnh Thừa Thiên Huế. Phạm vi phân bố rất hẹp, chịu tác động rất lớn từ việc xây dựng đường, mất rừng và bị khai thác làm sinh vật cảnh có thể dẫn đến mức độ đe dọa cao hơn trong tương lai (tiêu chuẩn D2). Hiện tại môi đe dọa với loài là môi trường sống mất do mất rừng, làm đường, canh tác nông lâm nghiệp, khai thác quá mức. Biện pháp bảo tồn với loài là: Quản lý, bảo vệ môi trường sống của loài; đẩy mạnh giáo dục và nâng cao nhận thức của cộng đồng về bảo tồn giáp xác nước ngọt, không khai thác loài này làm thức ăn thực phẩm và sinh vật cảnh; khôi phục hệ sinh thái rừng tự nhiên trên đảo Hải Vân.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

KẾT LUẬN

1. Khu hệ tôm Atyidae ở Việt Nam có 33 loài thuộc 3 giống *Atyopsis*, *Caridina* và *Neocaridina*, trong đó có 4 loài nghi là loài mới cho khoa học, gồm: *Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.3, *Caridina* sp.4 ghi nhận mới 5 loài cho Việt Nam gồm *C. mertoni*, *C. peninsularis*, *C. serrata*, *C. temasek*, *C. typus*. Sáu loài được tu chỉnh về mặt phân loại học bao gồm: *C. flavilineata*, *C. vietriensis* và *C. pseudoflavilineata* là synonym của *C. lanceifrons*, *C. acuticaudata*, *C. uminensis*, *C. subnilotica* lần lượt là synonym của *C. gracilipes*, *C. excavatoides* và *C. nilotica macrophora*. Đã xây dựng được khóa phân loại cho 33 loài tôm Atyidae hiện có tại Việt Nam.

Các loài nghi là loài mới cho khoa học (*Caridina* sp.1, *Caridina* sp.2, *Caridina* sp.3, *Caridina* sp.4) đều có các đặc điểm hình thái, nucleotide và axit amin sai khác với các loài gần gũi, đa số các loài đều có nucleotide và các axit amin sai khác mang ý nghĩa di truyền.

Khoảng cách di truyền gen 16S rRNA của các loài tôm thuộc giống *Caridina* là 12,1%, khoảng cách di truyền nhỏ nhất là giữa 2 loài *Caridina* sp.4 và *C. clinata* là 1,3% và lớn nhất là 20,3%. Khoảng cách di truyền nhóm loài có phân bố hẹp ở Việt Nam có khoảng cách di truyền 7,7% thấp hơn so với nhóm loài có phân bố rộng 14,8%.

2. Kết quả đánh giá về tình trạng bảo tồn:

Đánh giá của luận án về phân hạng bảo tồn các loài tôm Atyidae ở Việt Nam: mức Sắp nguy cấp là 7 loài (*Atyopsis moluccensis*, *Caridina cantonensis*, *C. serrata*, *C. haivanensis*, *C. namdat*, *C. thachlam* và *C. weberi sumatrensis*) mức Gần bị đe dọa là 13 loài, mức Ít lo ngại là 11 loài và Thiếu dữ liệu là 2 loài.

Trong số các loài thuộc họ tôm Atyidae ở Việt Nam có 64% số loài tôm phân bố ở miền Bắc, 12% phân bố ở miền Nam và 24% phân bố cả nước. Vùng Đông Bắc là vùng có sự đa dạng tôm Atyidae cao nhất (17 loài) vùng Tây Bắc chỉ có 1 loài tôm Atyidae phân bố. Phân bố tôm Atyidae theo độ cao từ 0 - 300 m có 26 loài, 300 m đến dưới 800 m có 15 loài, trên 800 m ghi nhận 3 loài tôm phân bố. Đa số cá loài tôm Atyidae phân bố ở vùng diễn ra các hoạt động sinh hoạt, sản xuất chính của con người nên nguy cơ bị ảnh hưởng bởi ô nhiễm, khai thác quá mức và mất môi trường sống.

KIẾN NGHỊ

1. Nghiên cứu tiếp theo

Tiến hành các nghiên cứu khảo sát ở nhiều địa phương để tìm lại những mẫu vật đã bị thất lạc mẫu chuẩn, như loài *Atyopsis moluccensis*, *Caridina tokinensis*, *C. weberi* và khảo sát để bổ sung thêm loài mới cho khu hệ tôm Atyidae của Việt Nam.

Phân tích thêm gen các ty thể và hệ gen để làm rõ vị trí phân loại và đa dạng di truyền của các loài tôm Atyidae của Việt Nam.

Nghiên cứu đặc điểm sinh học, sinh thái và sinh sản nhân tạo các loài tôm Atyidae đặc biệt là các loài đặc hữu phục vụ công tác bảo tồn.

2. Đề xuất kiến nghị đối với bảo tồn

Với các loài đang ở mức Sắp nguy cấp, cần bảo vệ sinh cảnh, hạn chế săn bắt, giáo dục ý thức người dân, đồng thời tiến hành sinh sản nhân tạo các loài để bảo tồn chuyển vị các loài tôm Atyidae.

CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN**A. BÀI BÁO QUỐC TẾ**

1. Taxonomy notes and new occurrence data of four species of atyid shrimp (Crustacea: Decapoda: Atyidae) in Vietnam, all described from China. Biodiversity Data Journal 9: e70289. doi: 10.3897/BDJ.9.e70289

B. BÀI BÁO TRONG NƯỚC

1. Redescription of *Caridina cucphuongensis* Dang, 1980 (Crustacea: decapoda: Atyidae) from cuc phuong national park, northern Vietnam. Academia journal of biology 2021, 43(4): 45–54

2. Ghi nhận mới về loài tôm nước ngọt *Caridina typus* H. Milne Edwards, 1837 (Crustacea: Decapoda: Atyidae) ở Việt Nam. Tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Von Rintelen K., Page T. J., Cai Y., Roe K., Stelbrink B., Kuhajda B. R., Iliffe T. M., Hughes J., Von Rintelen T., 2012, Drawn to the dark side: a molecular phylogeny of freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea: Atyidae) reveals frequent cave invasions and challenges current taxonomic hypotheses, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 63(1), pp. 82 - 96.
2. De Grave S., Smith K. G., Adeler N. A., Allen D. J., Alvarez F., Anker A., Cai Y., Carrizo S. F., Klotz W., Mantelatto F. L., Page T. J., Shy J. Y., Villalobos J. L., Wowor D., 2015, Dead shrimp blues: a global assessment of extinction risk in freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea), *PLoS One*, 10(3), pp. 1 - 14.
3. De Grave S., Cai Y., Anker A., 2008, Global diversity of shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) in freshwater, *Hydrobiologia*, 595(1), pp. 287 - 293.
4. De Grave S., Fransen C. H. J. M., 2011, Carideorum catalogus: the recent species of the *Dendrobranchiate*, *Stenopodidean*, *Procarididean* and *Caridean* shrimps (Crustacea: Decapoda), *Zoologische Mededelingen*, 85(9), pp. 195 - 589.
5. de Mazancour V., Ravaux J., 2024, Amphidromous shrimps (Decapoda: Caridea): current knowledge and future research, *Journal of Crustacean Biology*, 44(1), pp. 1 - 5.
6. Gooderham J., Tsyrlin E., 2002, *Waterbug Book: A Guide to the Freshwater Macroinvertebrates of Temperate Australia*, CSIRO, Melbourne, pp. 1 - 240.
7. De Grave S., Pentcheff N. D., Ahyong S., Al. E., 2009, A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans, *The Raffles Bulletin of Zoology*, 21(May 2014), pp. 1 - 109.
8. De Haan W., 1849, Crustacea, *Fauna Japonica*, von Siebold, ed., Lugduni-Batavorum, pp. 1 - 143.
9. Bouvier E. L., 1904, Crevettes de la famille des atyidés: espèces qui font partie des collections du muséum d'Histoire naturelle, *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1, pp. 129 - 138.
10. Bouvier E. L., 1919, Quelques espèces nouvelles de caridines, *Bulletin du Muséum*, pp. 330 - 335.
11. Bouvier E. L., 1925, Recherches sur la morphologie, les variations et la distribution systématique des crevettes d'eau douce de la famille des atyidés, *Bulletin du Muséum*, pp. 1 - 370.
12. Liang Xiangqiu, 2004, Crustacea decapoda Atyidae in Chinese, *Fauna sinica invertebrata*, 36, pp. 1 - 375.

13. Cai Y., Ng P. K. L., 2018, Freshwater shrimps from karst caves of southern China, with descriptions of seven new species and the identity of *Typhlocaridina linyunensis* Li and Luo, 2001 (crustacea: decapoda: caridea), *Zoological Studies*, 57(27), pp. 1 - 33.
14. Feng S., Chen Q. H., Guo Z. L., 2021, Integrative taxonomy uncovers a new stygobiotic *Caridina* species (Decapoda, Caridea, Atyidae) from Guizhou province, China, *ZooKeys*, 1028, pp. 29 - 47.
15. Jin Y., Liu J., Cheng X., Xu J., Song J., Liu Z., 2021, The checklist, distribution and conservation of Atyidae in China, *International Journal of Ecology*, 10(04), pp. 618 - 630.
16. Kubo I., 1938, On the Japanese atyid shrimps, *Journal of the Imperial Fisheries Institute*, XXXIII(1), pp. 67 - 98.
17. Inui N., Maruyama T., Okamoto K., 2019, First record of *Australatya obscura* Han & Klotz, 2015 (Decapoda, Atyidae) from the Ryukyu islands, Japan, *Biodiversity Data Journal*, 7, pp. 1 - 5.
18. Anbalagan S., Rathidevi T., Muthumari M., Rekha K., Muthukumar S., 2023, Intra-specific variation in the morphometry of freshwater prawn (*Caridina*: Atyidae) from tropical ponds of south India, *Total Environment Research Themes*, 7, pp. 1 - 6.
19. Pandya P. J., Richard J., 2019, Report of *Caridina babaulti* Bouvier, 1918 (Crustacea: Decapoda: Caridea: Atyidae) and description of a new species *Caridina kutchi* sp. nov. from Gujarat, India, *Zootaxa*, 4568(3), pp. 470 - 482.
20. Fenner A., Chase J., 1997, The caridean shrimps (Crustacea-Decapoda) of the albatross Philippine expedition, 1907 - 1910, *Smithsonian Contributions to Zoology*, 381(587), pp. 1 - 96.
21. Cai Y., Shokita S., 2006, Report on a collection of freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the Philippines, with descriptions of four new species, *The Raffles Bulletin Of Zoology*, 54(2), pp. 245 - 270.
22. de Mazancourt V., Freitag H., von Rintelen K., Manuel-Santos M., von Rintelen T., 2023, Updated checklist of the freshwater shrimps (Decapoda: Caridea: Atyidae) of Mindoro island, the Philippines, with a description of a new species of *Caridina*, *Arthropoda*, 1(4), pp. 374 - 397.
23. de Man J. G., 1892, *Decapoden Des Indischen Archipels, von Dr. J.G. De Man*, Zoologische Ergebnisse, Leiden, pp. 265 - 528.
24. Holthuis L. B., 1978, A collection of decapod Crustacea from Sumba, Lesser Sunda islands, Indonesia, *Zoologische Verhandelingen*, 162, pp. 1 - 55.
25. Annawaty A., Wowor D., Farajallah A., Setiadi D., Suryobroto B., 2016, Habitat preferences and distribution of the freshwater shrimps of the genus *Caridina*

- (Crustacea: Decapoda: Atyidae) in lake Lindu, Sulawesi, Indonesia, *HAYATI Journal of Biosciences*, 23(2), pp. 45 - 50.
26. Johnson D. S., 1961, A synopsis of the Decapoda *Caridea* and *Stenopodidea* of Singapore, with notes on their distribution and a key to the genera of *Caridea* occurring in malayan waters, *Bulletin of the National Museum*, 30, pp. 44 - 79.
 27. Cai Y., Ng P. K. L., 2007, A revision of the *Caridina gracilirostris* de Man, 1892, species group, with descriptions of two new taxa (Decapoda: Caridea: Atyidae), *Journal of Natural History*, 41(25–28), pp. 1585 - 1602.
 28. Macharoenboon K., Sutcharit C., Siriwut W., Jeratthitikul E., 2023, A new species of land-locked freshwater shrimp genus *Caridina* (Decapoda: Atyidae) from middle Mekong basin, Thailand, *Tropical Natural History, Supplement*, 7, pp. 229 - 241.
 29. de Mazancourt V., Klotz W., Marquet G., Mos B., Rogers D. C., Keith P., 2021, New insights on biodiversity and conservation of amphidromous shrimps of the Indo-Pacific islands, *Recent Advances in Freshwater Crustacean Biodiversity and Conservation*, CRC Press, pp. 381 - 404.
 30. Soomro A. N., Suzuki H., Kitazaki M., Yamamoto T., 2011, Reproductive aspects of two atyid shrimp *Caridina sakishimensis* and *Caridina typus* in head water streams of Kikai-Jima island, Japan, *Journal of Crustacean Biology*, 31(1), pp. 41 - 49.
 31. Raymond Bauer B. T., 2011, Amphidromy and migrations of freshwater shrimps. i. costs, benefits, evolutionary origins, and an unusual case of amphidromy, *New frontiers in crustacean biology*, pp. 145 - 156.
 32. Von Rintelen K., Cai Y., 2009, Radiation of endemic species flocks in ancient lakes: systematic revision of the freshwater shrimp *Caridina* H. Milne Edwards, 1837 (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from the ancient lakes of Sulawesi, Indonesia, with the description of eight new species, *The Raffles Bulletin Of Zoology*, 57(2), pp. 343 - 452.
 33. Klotz W., Von Rintelen K., 2013, Three new species of *Caridina* (Decapoda: Atyidae) from central Sulawesi and buton island, Indonesia, and a checklist of the islands' endemic species, *Zootaxa*, 3664(4), pp. 554 - 570.
 34. Page T. J., von Rintelen K., Hughes J. M., 2007, An island in the stream: Australia's place in the cosmopolitan world of Indo-West pacific freshwater shrimp (Decapoda: Atyidae: Caridina), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 43(2), pp. 645 - 659.
 35. Page T. J., Choy S. C., Hughes J. M., 2005, The taxonomic feedback loop: symbiosis of morphology and molecules, *Biology Letters*, 1(2), pp. 139 - 142.
 36. Bauer R. T., 2013, Amphidromy in shrimps: a life cycle between rivers and the sea, *Lat. Am. J. Aquat. Res*, 41(4), pp. 633 - 650.

37. Wood L. E., De Grave S., Daniels S. R., 2017, Phylogeographic patterning among two codistributed shrimp species (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) reveals high levels of connectivity across biogeographic regions along the south African coast, *PLoS One*, 12(3), pp. 1 - 18.
38. Wood L. E., De Grave S., Daniels S. R., 2019, A comparative evolutionary study reveals radically different scales of genetic structuring within two atyid shrimp species (Crustacea: Decapoda: Atyidae), *Zoological Journal of the Linnean Society*, 186, pp. 200 - 212.
39. Klotz W., von Rintelen T., Annawaty A., Wowor D., von Rintelen K., 2023, *Caridina clandestina*, new species, an unusual new freshwater shrimp (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from the remote high elevation Napu valley of Sulawesi, Indonesia, *Raffles Bulletin of Zoology*, 71, pp. 12 - 5.
40. Smeitink J. A., Zeviani M., Turnbull D. M., Jacobs H. T., 2006, Mitochondrial medicine: a metabolic perspective on the pathology of oxidative phosphorylation disorders, *Cell Metabolism*, 3(1), pp. 9 - 13.
41. Nguyễn Như Hiền, 2003, *Sinh Học Tế Bào*, Nhà xuất bản Giáo Dục, tr 1 - 259.
42. Von Rintelen K., Von Rintelen T., Meixner M., Lüter C., Cai Y., Glaubrecht M., 2007, Freshwater shrimp - sponge association from an ancient lake, *Biology Letters*, 3(3), pp. 262 - 264.
43. Cai Y., Choy S., Ng P. K. L., 2009, Epigeal and hypogean freshwater shrimps of Bohol island, central Philippines (Crustacea: Decapoda: Caridea), *The Raffles Bulletin Of Zoology*, 57(1), pp. 65 - 89.
44. Cai Y., Ng P. K. L., Shokita S., Satake K., 2006, On the species of Japanese atyid shrimps (Decapoda: caridea) described by William Stimpson (1860), *Journal of Crustacean Biology*, 26(3), pp. 392 - 419.
45. von Rintelen K., von Rintelen T., Glaubrecht M., 2007, Molecular phylogeny and diversification of freshwater shrimps (Decapoda, Atyidae, *Caridina*) from ancient lake Poso (Sulawesi, Indonesia) - the importance of being colourful, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 45(3), pp. 1033 - 1041.
46. Von Rintelen K., Glaubrecht M., Schubart C. D., Wessel A., Von Rintelen T., 2010, Adaptive radiation and ecological diversification of Sulawesi's ancient lake shrimps, *Evolution*, 64(11), pp. 3287 - 3299.
47. de Mazancourt V., Boseto D., Marquet G., Keith P., 2020, Solomon's gold mine: description or redescription of 24 species of *Caridina* (Crustacea: Decapoda: Atyidae) freshwater shrimps from the Solomon islands, including 11 new species, *European Journal of Taxonomy*, 2020(696), pp. 1 - 86.

48. Bernardes S. C., Pepato A. R., Von Rintelen T., Von Rintelen K., Page T. J., Freitag H., De Bruyn M., 2017, The complex evolutionary history and phylogeography of *Caridina typus* (Crustacea: Decapoda): long-distance dispersal and cryptic allopatric species, *Scientific Reports*, 7(1), pp. 1 - 13.
49. Rita S.W. Yam, Dudgeon D., 2005, Genetic differentiation of *Caridina cantonensis* (Decapoda: Atyidae) in Hong Kong streams, *Journal of the North American Benthological Society*, 24(4), pp. 845 - 857.
50. Nagai H., Kitano T., Imai H., 2022, Molecular phylogenetic analysis of *Caridina weberi* species group around Japan, with the first record of *Caridina tupaia* de Mazancourt, Marquet & Keith, 2019 (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from Japan, *European Journal of Aquatic Sciences*, 1(1), pp. 1 - 8.
51. de Oliveira C. M. C. A., Mantelatto F. L., Terossi M., 2021, Systematics of the shrimp genus *Atya* (Decapoda, Atyidae) in the light of multigene-based phylogenetic and species delimitation inference, *Zoologica Scripta*, 50(6), pp 1 - 15.
52. Schubart C. D., Diesel R., Blair Hedges S., 1998, Rapid evolution to terrestrial life in Jamaican crabs, *Letters to nature*, 393, pp 363 - 365.
53. Sturmbauer C., Levintont J. S., Christyt J., 1996, Molecular phylogeny analysis of fiddler crabs: test of the hypothesis of increasing behavioral complexity in evolution, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93, pp. 10855 - 10857.
54. Shih H. Te, Cai Y., 2007, Two new species of the land-locked freshwater shrimps genus, *Neocaridina kubo*, 1938 (Decapoda: Caridea: Atyidae), from Taiwan, with notes on speciation on the island, *Zoological Studies*, 46(6), pp. 680 - 694.
55. De Grave S., Fransen C. H. J. M., Page T. J., 2015, Let's be pals again: major systematic changes in *Palaemonidae* (Crustacea: Decapoda), *PeerJ*, 2015(8), pp. 1 - 21.
56. Wikelski M., Cooke Steven. J., 2006, Conservation physiology, *Trends in Ecology and evolution*, 21(2), pp. 38 - 46.
57. Yam R. S. W., Dudgeon D., 2006, Production dynamics and growth of atyid shrimps (Decapoda: *Caridina* spp.) in 4 Hong Kong streams: the effects of site, season, and species, *Journal of the North American Benthological Society*, 25(2), pp 406 - 416.
58. Shaw T. L., 1981, Acute toxicity of increased pH to the freshwater shrimp *paratya curvirostris*, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 15(1), pp 91 - 93.
59. Soomro A. N., Suzuki H., Nagae M., Baloch W. A., 2013, Habitat use by two atyid shrimps *Caridina sakishimensis* and *Caridina typus* in Urabaru stream, Kikai-jima island, *Sindh University Research Journal (Science Series)*, 45(1), pp 49 - 52.

60. Kevan S. D., Pearson R. G., 1993, Toxicity of diquat pulse exposure to tropical freshwater shrimp (*Caridina nilotica*, Atyidae), *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 51(4), pp. 564 - 567.
61. Mensah P. K., Muller W. J., Palmer C. G., 2011, Acute toxicity of roundup® herbicide to three life stages of the freshwater shrimp *Caridina nilotica* (decapoda: atyidae), *Physics and Chemistry of the Earth*, 36(14 - 15), pp. 905 - 909.
62. Đặng Ngọc Thanh, 1967, Các loài mới và giống mới tìm thấy trong khu hệ động vật không xương sống nước ngọt và nước lợ miền bắc Việt Nam, *Tập san Sinh vật Địa học*, 6(3-4), tr. 155 - 156.
63. Đặng Ngọc Thanh, 1975, Phân loại tôm cua nước ngọt miền bắc Việt Nam, *Tập san Sinh vật Địa học*, 8(3), tr. 65 - 78.
64. Đặng Ngọc Thanh, Thái Trần Bái, Phạm Văn Miên, 1980, *Định loại động vật không xương sống nước ngọt Bắc Việt Nam*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, Việt Nam, tr. 401 - 414 .
65. Cai Y., Ng N. K., 1999, A revision of the *Caridina serrata* species group, with descriptions of five new species (Crustacea: Decapoda: Caridea: Atyidae), *Journal of Natural History*, pp. 1603 - 1638.
66. Nguyễn Văn Xuân, 1999, Vài loài tôm và tép ở một số vùng phía nam Việt Nam và một vài nhận xét về chúng, *Tập san Khoa học Kỹ Thuật Nông Lâm Nghiệp*, 11, tr. 59 - 66.
67. Li S. Q., Liang X. Q., 2002, Caridean prawns of northern Vietnam (Decapoda: Atyidae, Palaemonidae), *Acta Zootaxonomica Sinica*, 27(August), pp. 707 - 716.
68. Đặng Ngọc Thanh, Đỗ Văn Tứ, 2007, Một số loài tôm mới giống *Caridina* (Crustacea, Decapoda - Atyidae) ở Việt Nam, *Tạp chí sinh học*, 29(4), tr. 1 - 12.
69. Đặng Ngọc Thanh, Đỗ Văn Tứ, 2008, Về thành phần loài khu hệ tôm Atyidae (Crustacea Decapoda - Caridea) trong khu vực và ở Việt Nam, *Tạp chí sinh học*, 30(1), tr. 1 - 11.
70. Đỗ Văn Tứ, Đặng Ngọc Thanh, 2010, Hai loài tôm *Caridina* (Atyidae - Crustacea) mới tìm thấy trên đảo Hải Vân, *Tạp chí sinh học*, 32(4), pp. 29-35.
71. Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, 2012, *Tôm, Cua Nước Ngọt Việt Nam*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, Việt Nam, tr. 94 - 134.
72. Do V. T., Rintelen T. von, Dang V. D., 2020, Descriptions of two new freshwater shrimps of the genus *Caridina* H. Milne Edwards, 1837 (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from northern Vietnam, *Raffles Bulletin of Zoology*, 68, pp. 404 – 420.
73. Do V. T., Dang V. D., Von Rintelen T., 2021, Description of one new species of freshwater shrimp of the genus *Caridina* (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from two karst caves of northern Vietnam, *Zootaxa*, 4999(3), pp. 228 - 242.

74. Vũ Tự Lập, 2005, *Địa lý tự nhiên Việt Nam*, NXB Đại học Sư Phạm, tr. 1 - 351.
75. Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, Dương Đức Tiến, Mai Đình Yên, 2002, *Thủy sinh học các thủy vực nước ngọt nội địa Việt Nam*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, tr 1 - 339.
76. Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, 2007, *Cơ Sở Thủy Sinh Học*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, tr. 1 - 614.
77. Cai Y., Anker A., 2004, On a collection of freshwater shrimps (Crustacea Decapoda Caridea) from the Philippines, with descriptions of five new species, *Tropical Zoology*, 17, pp. 233 - 266.
78. Trifinopoulos J., Nguyen L. T., von Haeseler A., Minh B. Q., 2016, W-iq-tree: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis, *Nucleic Acids Research*, 44, pp. 232 - 235.
79. Nguyễn Anh Diệp, Trần Ninh, Nguyễn Xuân Quýnh, 2007, *Nguyên tắc phân loại sinh vật*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, tr 1 - 228.
80. IUCN, 2022, *THE IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES™ Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria Prepared by the Standards and Petitions Committee of the IUCN Species Survival Commission*.
81. Wikipedia contributors, 2024, *Caridina* [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Caridina>. [Accessed: 01 - Aug - 2024].
82. Yu S. C., 1938, Studies on Chinese *Caridina* with descriptions of five new species, *Bulletin of the Fan Memorial Institute of Biology*, 8, pp. 276 - 309.
83. Dudgeon D., 1987, The larval development of neocaridina serrata (stimpson) (crustacea: decapoda: caridea: atyidae) from hong kong, *Archiv für Hydrobiologie*, 110(3), pp. 339 - 355.
84. Thanh Son Nguyen, Xuan Quynh Nguyen, Van Vinh Nguyen, Anh Duc Tran, 2016, Species composition and distributional characteristics of freshwater decapod crustaceans (Crustacea: Decapoda) and molluscs (mollusca) in Xuan Son national park, Phu Tho province, *VNU Journal of Science: Natural Sciences and Technology*, 32(1S), pp. 111 - 117.
85. Cai Y., Nguyen X. Q., L Ng P. K., 1999, *Caridina clinata*, a new species of freshwater shrimp (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from northern Vietnam, *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 112(3), pp. 531 - 535.
86. Liang X., Guo Z., Tang K., 1999, On new genus and species of atyid shrimps (Decapoda, Caridea) from Hunan, China, *Journal of Fisheries of China*, 23, pp. 69 - 72.

87. Von Rintelen K., Karge A., Klotz W., 2008, News from a small island - first record of a freshwater shrimp (Decapoda, Atyidae, Caridina) from Peleng, Banggai islands, Indonesia, *Journal of Natural History*, 42(33 - 34), pp. 2243 - 2256.
88. Cai Y., Wowor D., 2007, Atyid shrimps from lake Poso, central Sulawesi, Indonesia with description of a new species (Crustacea: Decapoda: Caridea), *The Raffles Bulletin Of Zoology*, 55(2), pp. 311 - 320.
89. Johnson, S, D, 1961, Notes on the freshwater crustacea of Malaya, *Bulletin of the Raffles Museum*, pp. 120 - 153.
90. De Man J. G., 1908, The fauna of brackish ponds at port canning, lower bengal. part x. decapod crustacea, with an account of a small collection from brackish water near Calcutta and in the Dacca district, eastern Bengal, *Records of the Indian Museum*, 2(3), pp. 211 - 231.
91. Đặng Ngọc Thanh, Đỗ Văn Tứ, 2007, Một số vấn đề về phân loại học tôm Atyidae (Crustacea: Decapoda: Natantia: Caridea) ở Việt Nam, *Báo Cáo Khoa Học về Sinh Thái và Tài Nguyên Sinh Vật, Hội Nghị Khoa Học Toàn Quốc Lần Thứ Hai*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, pp. 249 - 255.
92. Lanchester W. F., 1901, On the crustacea collected during the “skeat” expedition to the Malay Peninsula, *Proceedings of the Zoological Society of London*, 71(2), pp. 534 - 574.
93. Kemp S., 1918, Crustacea Decapoda of the inle lake basin, *Records of the Indian Museum*, pp. 220 - 297.
94. Cai Y., Ng P. K. L., Choy S., 2007, Freshwater shrimps of the family Atyidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) from Peninsular Malaysia and Singapore, *The Raffles Bulletin Of Zoology*, 55(2), pp. 277 - 309.
95. Yu S. C., 1936, Report on the macrurous Crustacea collected during the “hain an biological expedition” in 1934, *The Chinese journal of zoology*, 2, pp. 85 - 99.
96. Cai Y., 2014, Atyid shrimps of Hainan island, southern China, with the description of a new species of *Caridina* (Crustacea, Decapoda, Atyidae), *Advances in Freshwater Decapod Systematics and Biology*, 19, p. 302.
97. C J Shen, 1948, On three new species of *Caridina* (crustacea macrura) from southwest China, *National academy of peiping*, IV(3), pp. 119 - 126.
98. Cai Y., Yuan S., 1996, Atyid shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea) from the Chishui region of Guizhou province, southern China, *The raffles bulletin of zoology*, 44(2), pp. 371 - 398.
99. Li S., Liang X., 2002, Caridean prawns of northern Vietnam (Decapoda: Atyidae: Palaemonidae), *Acta Zoo Taxonomica sinica*, 24(4), pp. 706 - 716.

100. Roux J., 1911, Nouvelles espèces de décapodes d'eau douce provenant de papouasie, *Notes from the Leyden Muséum*, pp. 81 - 106.
101. Klotz W., Von Rintelen T., 2014, To “bee” or not to be - on some ornamental shrimp from Guangdong province, southern China and Hong Kong sar, with descriptions of three new species, *Zootaxa*, 3889(2), pp. 151 - 184.
102. Stimpson w, 1857, Prodromus descriptionis animalium evertibratorum, quae in expeditione ad oceanum pacificum septentrionalem, johanne rogers duce a republica federata missa, *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, Academy of Natural Sciences, Philadelphia, pp. 1 - 116.
103. Choy S. C., Ng P. K. L., 1991, A new species of freshwater atyid shrimp, *Caridina temasek* (Decapoda: Caridea: Atyidae) from Singapore, *Raffles Bulletin of Zoology*, 39(2), pp. 265 - 277.
104. Do V. T., Cao T. K. T., von Rintelen T., 2021, Deep into darkness: the first stygobitic species of freshwater shrimp of the genus *Caridina* (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from northern Vietnam, *Zootaxa*, 4933(3), pp. 422–434.
105. Cai Y., Li S., 1997, *Caridina demenica*, a new species of troglobitic shrimp (Crustacea: Decapoda: Atyidae) from Guizhou, China, *The Raffles Bulletin Of Zoology*, 45(2), pp. 315 - 318.
106. Li J., Li S., 2010, Description of *Caridina alba*, a new species of blind atyid shrimp from Tenglongdong cave, Hubei province, China (Decapoda, Atyidae), *Crustaceana*, 83(1), pp. 17 - 27.
107. Milne Edwards H., 1837, *Histoire Naturelle Des Crustaces*, Librairie encyclopédique de Roret, Paris, pp.1 - 523 .
108. Chen N. H., Chen W. J., Guo Z. L., 2018, Caridean prawn (Crustacea, Decapoda) from Dong’ao island, Guangdong, China, *Zootaxa*, 4399(3), pp. 315 - 328.
109. Cai Y., De Grave S., Page T. J., 2013, *Caridina weberi* (errata version published in 2019), *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T197719A147786864.en>.
110. Fong D. W., Culver D. C., Kane T. C., 1995, Vestigialization and loss of nonfunctional characters, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26(1), pp. 249 - 268.
111. Vermeulen J. J., Maassen W. J. M., 2003, *The Non-Marine Mollusk Fauna of the Pu Luong, Cuc Phuong, Phu Ly, and Ha Long Regions in Northern Vietnam*, pp. 1 - 35 (unpublish).

112. Clements R., Sodhi N. S., Schilthuizen M., Ng P. K. L., 2006, Limestone karsts of southeast asia: imperiled arks of biodiversity, *BioScience*, 56(9), pp. 733 – 742.
113. Bain R. H., Hurley M. M., 2011, A biogeographic synthesis of the amphibians and reptiles of Indochina, *Bulletin of the American Museum of Natural History*, pp. 1 - 138.
114. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2022, *Báo Cáo Đa Dạng Sinh Học Quốc Gia*, Hà Nội, tr. 1 - 168.
115. Graeme C., John M. F., Anthony R. E. S., 2006, *Wildlife Ecology, Conservation and Management*, Wiley Blackwell, pp. 1 - 488.
116. Brooks T. M., Mittermeier R. A., Mittermeier C. G., B Da Fonseca G. A., Rylands A. B., Konstant W. R., Flick P., Pilgrim J., Oldfield S., Magin G., Hilton-taylor C., 2002, *Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity*, pp. 909 - 923.

PHỤ LỤC 1. BẢNG KHOẢNG CÁCH DI TRUYỀN CÁC LOÀI THUỘC HỌ ATYIDAE Ở VIỆT NAM

Bảng khoảng cách di truyền giữa các loài thuộc họ Atyidae ở Việt Nam (1)

		[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]
[1]	<i>C_cantonensis</i>															
[2]	<i>C_caobangensis</i>	0,117														
[3]	<i>C_clinata</i>	0,101	0,094													
[4]	<i>C_cucphuongensis</i>	0,125	0,095	0,052												
[5]	<i>C_excavatooides</i>	0,155	0,150	0,144	0,151											
[6]	<i>C_gracillipes</i>	0,156	0,173	0,148	0,151	0,158										
[7]	<i>C_gracillima</i>	0,165	0,169	0,155	0,169	0,180	0,130									
[8]	<i>C_haivanensis</i>	0,106	0,097	0,026	0,070	0,165	0,160	0,159								
[9]	<i>C_johnsoni</i>	0,144	0,145	0,149	0,147	0,141	0,159	0,193	0,145							
[10]	<i>C_propinqua</i>	0,188	0,205	0,183	0,172	0,127	0,168	0,195	0,200	0,158						
[11]	<i>C_lanceifrons</i>	0,136	0,129	0,117	0,133	0,170	0,152	0,155	0,110	0,159	0,199					
[12]	<i>C_macrophora</i>	0,145	0,149	0,132	0,133	0,163	0,102	0,134	0,133	0,153	0,162	0,124				
[13]	<i>C_namdat</i>	0,091	0,087	0,076	0,090	0,161	0,164	0,159	0,076	0,145	0,193	0,114	0,133			
[14]	<i>C_mertoni</i>	0,144	0,154	0,135	0,136	0,155	0,093	0,133	0,145	0,157	0,150	0,136	0,057	0,149		
[15]	<i>C_nguyeni</i>	0,103	0,121	0,092	0,116	0,167	0,168	0,163	0,096	0,170	0,184	0,121	0,141	0,095	0,152	
[16]	<i>C_pacbo</i>	0,092	0,099	0,086	0,093	0,148	0,166	0,166	0,081	0,144	0,187	0,113	0,144	0,049	0,148	0,096
[17]	<i>C_penisularis</i>	0,132	0,152	0,142	0,133	0,153	0,093	0,130	0,145	0,161	0,155	0,136	0,072	0,144	0,057	0,150
[18]	<i>C_pseudoserrata</i>	0,083	0,077	0,073	0,100	0,146	0,152	0,146	0,073	0,143	0,185	0,103	0,128	0,041	0,134	0,081
[19]	<i>C_rubropunctata</i>	0,092	0,088	0,075	0,081	0,143	0,150	0,159	0,076	0,130	0,189	0,117	0,138	0,070	0,134	0,096
[20]	<i>C_serrata</i>	0,087	0,086	0,074	0,089	0,154	0,166	0,163	0,078	0,156	0,206	0,130	0,143	0,077	0,146	0,117
[21]	<i>C_temasek</i>	0,158	0,176	0,186	0,187	0,122	0,166	0,194	0,185	0,145	0,120	0,174	0,167	0,177	0,172	0,187
[22]	<i>C_thachlam</i>	0,107	0,093	0,075	0,090	0,132	0,145	0,163	0,079	0,121	0,160	0,113	0,125	0,082	0,125	0,090
[23]	<i>C_tricineta</i>	0,107	0,095	0,074	0,092	0,141	0,137	0,146	0,080	0,139	0,192	0,121	0,123	0,066	0,132	0,095
[24]	<i>C_typus</i>	0,144	0,151	0,144	0,151	0,190	0,176	0,178	0,145	0,182	0,205	0,134	0,152	0,136	0,177	0,158

[6]	<i>Caridina_caobangensis_ZMB_31567</i>	0,114	0,114	0,114	0,023	0,002									
[7]	<i>Caridina_clinata_ZMB_30664</i>	0,101	0,101	0,101	0,101	0,090	0,092								
[8]	<i>Caridina_clinata_ZMB_32912</i>	0,101	0,101	0,101	0,101	0,090	0,092	0,000							
[9]	<i>Caridina_cucphuongensis_ZMB_30752</i>	0,123	0,123	0,123	0,094	0,092	0,094	0,051	0,051						
[10]	<i>Caridina_cucphuongensis_ZMB_30234</i>	0,123	0,123	0,123	0,094	0,092	0,094	0,051	0,051	0,000					
[11]	<i>Caridina_cucphuongensis_ZMB_32911</i>	0,128	0,128	0,128	0,103	0,099	0,101	0,055	0,055	0,019	0,019				
[12]	<i>Caridina_cucphuongensis_ZMB_32949</i>	0,123	0,123	0,123	0,092	0,090	0,092	0,051	0,051	0,000	0,000	0,019			
[13]	<i>Caridina_excavatoides_ZMB_00380</i>	0,155	0,155	0,155	0,157	0,145	0,148	0,144	0,144	0,150	0,150	0,153	0,150		
[14]	<i>Caridina_excavatoides_ZMB_30310</i>	0,158	0,158	0,158	0,160	0,148	0,150	0,146	0,146	0,153	0,153	0,150	0,153	0,002	
[15]	<i>Caridina_excavatoides_PP471308</i>	0,153	0,153	0,153	0,155	0,143	0,145	0,142	0,142	0,148	0,148	0,150	0,148	0,002	0,004
[16]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_31574</i>	0,157	0,157	0,157	0,172	0,174	0,171	0,148	0,148	0,152	0,152	0,148	0,152	0,157	0,159
[17]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_31600</i>	0,159	0,159	0,159	0,172	0,176	0,174	0,150	0,150	0,155	0,155	0,145	0,154	0,159	0,162
[18]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_30390</i>	0,157	0,157	0,157	0,169	0,174	0,176	0,148	0,148	0,152	0,152	0,143	0,152	0,157	0,159
[19]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_33799</i>	0,154	0,154	0,154	0,169	0,171	0,174	0,146	0,146	0,150	0,150	0,145	0,150	0,154	0,157
[20]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_33822</i>	0,157	0,157	0,157	0,169	0,174	0,176	0,148	0,148	0,152	0,152	0,143	0,152	0,157	0,159
[21]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_33820</i>	0,157	0,157	0,157	0,169	0,174	0,176	0,148	0,148	0,152	0,152	0,143	0,152	0,157	0,159
[22]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_33824</i>	0,157	0,157	0,157	0,169	0,174	0,176	0,148	0,148	0,152	0,152	0,143	0,152	0,157	0,159
[23]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_33808</i>	0,152	0,152	0,152	0,167	0,169	0,171	0,143	0,143	0,148	0,148	0,143	0,147	0,152	0,154
[24]	<i>Caridina_gracilipes_ZMB_30313</i>	0,154	0,154	0,154	0,169	0,171	0,174	0,146	0,146	0,150	0,150	0,145	0,150	0,154	0,157
[25]	<i>Caridina_gracilipes_OQ185493</i>	0,152	0,152	0,152	0,179	0,181	0,184	0,157	0,157	0,159	0,159	0,155	0,159	0,164	0,166
[26]	<i>Caridina_gracillima_ZMB29642</i>	0,163	0,163	0,163	0,171	0,169	0,166	0,157	0,157	0,171	0,171	0,167	0,171	0,175	0,178
[27]	<i>Caridina_gracillima_ZMB_30277</i>	0,168	0,168	0,168	0,171	0,169	0,166	0,155	0,155	0,168	0,168	0,164	0,168	0,177	0,180
[28]	<i>Caridina_gracillima_ZMB_30665</i>	0,168	0,168	0,168	0,171	0,169	0,166	0,155	0,155	0,168	0,168	0,164	0,168	0,177	0,180
[29]	<i>Caridina_gracillima_PP471294</i>	0,163	0,163	0,163	0,169	0,169	0,166	0,155	0,155	0,173	0,173	0,174	0,173	0,185	0,187
[30]	<i>Caridina_haivanensis_ZMB_31753</i>	0,107	0,107	0,107	0,101	0,094	0,097	0,027	0,027	0,069	0,069	0,080	0,069	0,165	0,168
[31]	<i>Caridina_haivanensis_ZMB_31757</i>	0,105	0,105	0,105	0,103	0,097	0,099	0,023	0,023	0,065	0,065	0,074	0,065	0,166	0,168
[32]	<i>Caridina_haivanensis_ZMB_30304</i>	0,105	0,105	0,105	0,099	0,092	0,095	0,027	0,027	0,067	0,067	0,078	0,067	0,163	0,166
[33]	<i>Caridina_johnsoni_ZMB_30252</i>	0,144	0,144	0,144	0,146	0,145	0,143	0,149	0,149	0,141	0,141	0,158	0,141	0,143	0,146
[34]	<i>Caridina_johnsoni_ZMB_30260</i>	0,144	0,144	0,144	0,146	0,145	0,143	0,149	0,149	0,143	0,143	0,160	0,143	0,138	0,141
[35]	<i>Caridina_johnsoni_ZMB_30269</i>	0,144	0,144	0,144	0,146	0,145	0,143	0,149	0,149	0,143	0,143	0,160	0,143	0,138	0,141
[36]	<i>Caridina_johnsoni_ZMB_33806</i>	0,144	0,144	0,144	0,146	0,145	0,143	0,149	0,149	0,143	0,143	0,160	0,143	0,138	0,141
[37]	<i>Caridina_propinqua_AY708117</i>	0,188	0,188	0,188	0,202	0,208	0,205	0,183	0,183	0,170	0,170	0,178	0,170	0,126	0,128

[38]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30264</i>	0,140	0,140	0,140	0,138	0,131	0,129	0,118	0,118	0,136	0,136	0,134	0,136	0,174	0,177
[39]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30266</i>	0,133	0,133	0,133	0,133	0,126	0,124	0,109	0,109	0,127	0,127	0,129	0,127	0,173	0,176
[40]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30286</i>	0,138	0,138	0,138	0,136	0,129	0,126	0,116	0,116	0,134	0,134	0,132	0,133	0,171	0,174
[41]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30292</i>	0,138	0,138	0,138	0,132	0,125	0,122	0,121	0,121	0,132	0,132	0,135	0,132	0,167	0,169
[42]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30294</i>	0,138	0,138	0,138	0,132	0,125	0,122	0,121	0,121	0,132	0,132	0,135	0,132	0,167	0,169
[43]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30350</i>	0,135	0,135	0,135	0,138	0,131	0,129	0,118	0,118	0,136	0,136	0,134	0,136	0,174	0,176
[44]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30662</i>	0,131	0,131	0,131	0,129	0,122	0,120	0,114	0,114	0,129	0,129	0,132	0,129	0,164	0,166
[45]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_31609</i>	0,142	0,142	0,142	0,140	0,133	0,131	0,120	0,120	0,138	0,138	0,136	0,138	0,176	0,179
[46]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_29758</i>	0,133	0,133	0,133	0,132	0,125	0,122	0,116	0,116	0,132	0,132	0,135	0,132	0,167	0,169
[47]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30318</i>	0,133	0,133	0,133	0,132	0,125	0,122	0,116	0,116	0,132	0,132	0,135	0,132	0,167	0,169
[48]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30725</i>	0,138	0,138	0,138	0,136	0,129	0,126	0,116	0,116	0,134	0,134	0,132	0,133	0,171	0,174
[49]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_29638</i>	0,135	0,135	0,135	0,140	0,133	0,131	0,116	0,116	0,134	0,134	0,136	0,133	0,166	0,169
[50]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30284</i>	0,133	0,133	0,133	0,132	0,125	0,122	0,116	0,116	0,132	0,132	0,135	0,132	0,167	0,169
[51]	<i>Caridina macrophora_ZMB_32937</i>	0,146	0,146	0,146	0,149	0,151	0,149	0,133	0,133	0,130	0,130	0,142	0,130	0,166	0,168
[52]	<i>Caridina macrophora_ZMB_30663</i>	0,146	0,146	0,146	0,146	0,148	0,146	0,130	0,130	0,130	0,130	0,137	0,130	0,160	0,163
[53]	<i>Caridina macrophora_ZMB_30287</i>	0,146	0,146	0,146	0,146	0,148	0,146	0,130	0,130	0,130	0,130	0,137	0,130	0,160	0,163
[54]	<i>Caridina macrophora_ZMB_29504</i>	0,143	0,143	0,143	0,151	0,153	0,151	0,135	0,135	0,132	0,132	0,144	0,132	0,160	0,163
[55]	<i>Caridina namdat_ZMB_30341</i>	0,092	0,092	0,092	0,088	0,083	0,085	0,075	0,075	0,090	0,090	0,097	0,088	0,160	0,162
[56]	<i>Caridina namdat_ZMB_30342</i>	0,090	0,090	0,090	0,090	0,085	0,088	0,077	0,077	0,088	0,088	0,099	0,086	0,162	0,165
[57]	<i>Caridina mertoni_ZMB_31580</i>	0,144	0,144	0,144	0,158	0,153	0,150	0,135	0,135	0,135	0,135	0,139	0,134	0,153	0,155
[58]	<i>Caridina nguyeni_ZMB_30283</i>	0,103	0,103	0,103	0,123	0,118	0,121	0,092	0,092	0,116	0,116	0,114	0,116	0,167	0,169
[59]	<i>Caridina pacbo_ZMB_30295</i>	0,092	0,092	0,092	0,101	0,096	0,099	0,086	0,086	0,090	0,090	0,103	0,088	0,148	0,151
[60]	<i>C. peninsularis_ZMB29644</i>	0,133	0,133	0,133	0,148	0,150	0,152	0,142	0,142	0,130	0,130	0,137	0,129	0,151	0,153
[61]	<i>C. peninsularis_ZMB_31616</i>	0,134	0,134	0,134	0,153	0,155	0,157	0,144	0,144	0,134	0,134	0,141	0,134	0,153	0,155
[62]	<i>C. peninsularis_ZMB_30267</i>	0,131	0,131	0,131	0,150	0,152	0,155	0,141	0,141	0,132	0,132	0,139	0,131	0,151	0,153
[63]	<i>C. peninsularis_DQ478491</i>	0,131	0,131	0,131	0,150	0,152	0,155	0,141	0,141	0,132	0,132	0,139	0,131	0,151	0,153
[64]	<i>C. pseudoserrata_ZMB30343</i>	0,083	0,083	0,083	0,088	0,071	0,073	0,073	0,073	0,099	0,099	0,104	0,097	0,146	0,149
[65]	<i>Caridina rubropunctata_ZMB_30314</i>	0,092	0,092	0,092	0,094	0,083	0,085	0,075	0,075	0,081	0,081	0,083	0,079	0,143	0,145
[66]	<i>Caridina serrata_ZMB_30306</i>	0,088	0,088	0,088	0,095	0,082	0,084	0,074	0,074	0,090	0,090	0,093	0,089	0,154	0,156
[67]	<i>Caridina serrata_KP168760.1</i>	0,086	0,086	0,086	0,093	0,080	0,082	0,074	0,074	0,088	0,088	0,091	0,086	0,154	0,156
[68]	<i>Caridina temasek_ZMB_2088</i>	0,156	0,156	0,151	0,175	0,170	0,168	0,181	0,181	0,181	0,181	0,191	0,180	0,116	0,118
[69]	<i>Caridina temasek_PP471307</i>	0,163	0,163	0,158	0,185	0,180	0,178	0,191	0,191	0,188	0,188	0,199	0,188	0,125	0,128

[70]	<i>Caridina thachlam</i> _ZMB_31773	0,107	0,107	0,107	0,097	0,090	0,092	0,075	0,075	0,088	0,088	0,096	0,088	0,132	0,135	
[71]	<i>Caridina tricineta</i> _ZMB29641	0,107	0,107	0,107	0,097	0,095	0,097	0,075	0,075	0,092	0,092	0,097	0,092	0,141	0,144	
[72]	<i>Caridina tricineta</i> _ZMB_30360	0,107	0,107	0,107	0,095	0,092	0,095	0,073	0,073	0,090	0,090	0,095	0,090	0,141	0,144	
[73]	<i>C.typus</i> _ZMB_1718_{ <i>C.typus</i> }	0,144	0,144	0,144	0,155	0,150	0,148	0,144	0,144	0,151	0,151	0,149	0,151	0,190	0,193	
[74]	<i>Caridina sumatrensis</i> _ZMB_3026	0,134	0,134	0,130	0,139	0,127	0,125	0,110	0,110	0,128	0,128	0,133	0,128	0,169	0,171	
[75]	<i>Caridina sp.1</i> _ZMB30276_{ <i>C.sp1</i> }	0,116	0,116	0,116	0,099	0,092	0,094	0,043	0,043	0,027	0,027	0,035	0,027	0,139	0,141	
[76]	<i>Caridina sp.3</i> _ZMB33788_{ <i>C.sp3</i> }	0,088	0,088	0,088	0,092	0,084	0,086	0,067	0,067	0,082	0,082	0,088	0,080	0,142	0,144	
[77]	<i>Caridina sp.2</i> _ZMB30729_{ <i>C.sp2</i> }	0,110	0,110	0,110	0,105	0,090	0,092	0,043	0,043	0,069	0,069	0,076	0,069	0,141	0,144	
[78]	<i>Caridina sp.4</i> _ZMB32948_{ <i>C.sp4</i> }	0,097	0,097	0,097	0,099	0,088	0,090	0,013	0,013	0,053	0,053	0,059	0,053	0,146	0,149	
[79]	<i>Neocaridina palmata</i> _ZMB_30661	0,118	0,118	0,118	0,118	0,121	0,123	0,103	0,103	0,109	0,109	0,121	0,109	0,154	0,156	
[80]	<i>Neocaridina palmata</i> _ZMB_30251	0,118	0,118	0,118	0,118	0,121	0,123	0,103	0,103	0,109	0,109	0,121	0,109	0,154	0,156	
[81]	<i>Neocaridina palmata</i> _ZMB_31572	0,120	0,120	0,120	0,121	0,123	0,121	0,105	0,105	0,112	0,112	0,123	0,111	0,156	0,158	
[82]	<i>Neocaridina palmata</i> _ZMB_30348	0,118	0,118	0,118	0,118	0,121	0,123	0,103	0,103	0,109	0,109	0,121	0,109	0,154	0,156	
[83]	<i>Neocaridina palmata</i> _ZMB_32917	0,118	0,118	0,118	0,118	0,121	0,123	0,103	0,103	0,109	0,109	0,121	0,109	0,154	0,156	
[84]	<i>Neocaridina palmata</i> _KP168780.1	0,118	0,118	0,118	0,118	0,121	0,123	0,103	0,103	0,109	0,109	0,121	0,109	0,154	0,156	
		[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]
[16]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_31574	0,159														
[17]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_31600	0,162	0,002													
[18]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_30390	0,159	0,004	0,002												
[19]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_33799	0,157	0,002	0,004	0,002											
[20]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_33822	0,159	0,004	0,002	0,000	0,002										
[21]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_33820	0,159	0,004	0,002	0,000	0,002	0,000									
[22]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_33824	0,159	0,004	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000								
[23]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_33808	0,154	0,004	0,006	0,004	0,002	0,004	0,004	0,004							
[24]	<i>Caridina gracilipes</i> _ZMB_30313	0,157	0,002	0,004	0,002	0,000	0,002	0,002	0,002	0,002						
[25]	<i>Caridina gracilipes</i> _OQ185493	0,166	0,021	0,023	0,021	0,019	0,021	0,021	0,021	0,017	0,019					
[26]	<i>Caridina gracillima</i> _ZMB29642	0,178	0,126	0,128	0,130	0,128	0,130	0,130	0,130	0,126	0,128	0,128				
[27]	<i>Caridina gracillima</i> _ZMB_30277	0,180	0,126	0,128	0,130	0,128	0,130	0,130	0,130	0,126	0,128	0,128	0,008			
[28]	<i>Caridina gracillima</i> _ZMB_30665	0,180	0,126	0,128	0,130	0,128	0,130	0,130	0,130	0,126	0,128	0,128	0,008	0,000		
[29]	<i>Caridina gracillima</i> _PP471294	0,187	0,130	0,133	0,135	0,133	0,135	0,135	0,135	0,130	0,133	0,132	0,021	0,029	0,029	

[30]	<i>Caridina haivanensis_ZMB_31753</i>	0,163	0,161	0,164	0,161	0,159	0,161	0,161	0,161	0,157	0,159	0,169	0,161	0,159	0,159	0,163
[31]	<i>Caridina haivanensis_ZMB_31757</i>	0,163	0,160	0,162	0,160	0,157	0,160	0,160	0,160	0,155	0,157	0,167	0,159	0,157	0,157	0,162
[32]	<i>Caridina haivanensis_ZMB_30304</i>	0,161	0,159	0,162	0,159	0,157	0,159	0,159	0,159	0,155	0,157	0,167	0,159	0,157	0,157	0,162
[33]	<i>Caridina johnsoni_ZMB_30252</i>	0,146	0,159	0,161	0,164	0,161	0,164	0,164	0,164	0,159	0,161	0,163	0,195	0,195	0,195	0,188
[34]	<i>Caridina johnsoni_ZMB_30260</i>	0,141	0,154	0,156	0,159	0,156	0,159	0,159	0,159	0,154	0,156	0,163	0,195	0,195	0,195	0,188
[35]	<i>Caridina johnsoni_ZMB_30269</i>	0,141	0,154	0,156	0,159	0,156	0,159	0,159	0,159	0,154	0,156	0,163	0,195	0,195	0,195	0,188
[36]	<i>Caridina johnsoni_ZMB_33806</i>	0,141	0,154	0,156	0,159	0,156	0,159	0,159	0,159	0,154	0,156	0,163	0,195	0,195	0,195	0,188
[37]	<i>Caridina propinqua_AY708117</i>	0,128	0,166	0,163	0,166	0,168	0,166	0,166	0,166	0,171	0,168	0,183	0,192	0,194	0,194	0,202
[38]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30264</i>	0,172	0,147	0,149	0,152	0,149	0,152	0,152	0,152	0,147	0,149	0,154	0,151	0,151	0,151	0,151
[39]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30266</i>	0,171	0,154	0,156	0,158	0,156	0,158	0,158	0,158	0,154	0,156	0,161	0,151	0,151	0,151	0,141
[40]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30286</i>	0,169	0,144	0,147	0,149	0,147	0,149	0,149	0,149	0,144	0,147	0,151	0,148	0,148	0,148	0,148
[41]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30292</i>	0,164	0,154	0,157	0,159	0,157	0,159	0,159	0,159	0,154	0,157	0,161	0,166	0,166	0,166	0,161
[42]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30294</i>	0,164	0,154	0,157	0,159	0,157	0,159	0,159	0,159	0,154	0,157	0,161	0,166	0,166	0,166	0,161
[43]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30350</i>	0,171	0,147	0,149	0,151	0,149	0,151	0,151	0,151	0,147	0,149	0,154	0,151	0,151	0,151	0,150
[44]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30662</i>	0,161	0,147	0,149	0,152	0,149	0,152	0,152	0,152	0,147	0,149	0,154	0,158	0,158	0,158	0,153
[45]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_31609</i>	0,174	0,149	0,151	0,154	0,151	0,154	0,154	0,154	0,149	0,151	0,156	0,151	0,150	0,150	0,150
[46]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_29758</i>	0,164	0,150	0,152	0,154	0,152	0,154	0,154	0,154	0,150	0,152	0,157	0,161	0,161	0,161	0,156
[47]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30318</i>	0,164	0,150	0,152	0,154	0,152	0,154	0,154	0,154	0,150	0,152	0,157	0,161	0,161	0,161	0,156
[48]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30725</i>	0,169	0,144	0,147	0,149	0,147	0,149	0,149	0,149	0,144	0,147	0,151	0,148	0,148	0,148	0,148
[49]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_29638</i>	0,164	0,142	0,144	0,147	0,144	0,147	0,147	0,147	0,142	0,144	0,149	0,153	0,153	0,153	0,148
[50]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30284</i>	0,164	0,150	0,152	0,154	0,152	0,154	0,154	0,154	0,150	0,152	0,157	0,161	0,161	0,161	0,156
[51]	<i>Caridina macrophora_ZMB_32937</i>	0,168	0,104	0,106	0,108	0,106	0,108	0,108	0,108	0,104	0,106	0,110	0,136	0,138	0,138	0,143
[52]	<i>Caridina macrophora_ZMB_30663</i>	0,163	0,095	0,097	0,099	0,097	0,099	0,099	0,099	0,099	0,097	0,105	0,127	0,129	0,129	0,129
[53]	<i>Caridina macrophora_ZMB_30287</i>	0,163	0,095	0,097	0,099	0,097	0,099	0,099	0,099	0,099	0,097	0,105	0,127	0,129	0,129	0,129
[54]	<i>Caridina macrophora_ZMB_29504</i>	0,163	0,101	0,103	0,106	0,103	0,106	0,106	0,106	0,101	0,103	0,107	0,138	0,141	0,141	0,145
[55]	<i>Caridina namdat_ZMB_30341</i>	0,158	0,164	0,166	0,164	0,161	0,164	0,164	0,164	0,159	0,161	0,163	0,156	0,158	0,158	0,161
[56]	<i>Caridina namdat_ZMB_30342</i>	0,160	0,166	0,168	0,166	0,164	0,166	0,166	0,166	0,161	0,164	0,166	0,158	0,161	0,161	0,163
[57]	<i>Caridina mertonii_ZMB_31580</i>	0,155	0,088	0,090	0,093	0,090	0,093	0,093	0,093	0,093	0,090	0,110	0,131	0,131	0,131	0,138

[58]	<i>Caridina nguyeni_ZMB_30283</i>	0,164	0,168	0,171	0,168	0,166	0,168	0,168	0,168	0,163	0,166	0,168	0,160	0,165	0,165	0,160
[59]	<i>Caridina pacbo_ZMB_30295</i>	0,146	0,167	0,169	0,167	0,164	0,167	0,167	0,167	0,162	0,164	0,171	0,163	0,168	0,168	0,163
[60]	<i>C. peninsularis_ZMB29644</i>	0,153	0,092	0,094	0,092	0,090	0,092	0,092	0,092	0,092	0,090	0,100	0,124	0,128	0,128	0,133
[61]	<i>C. peninsularis_ZMB_31616</i>	0,155	0,094	0,096	0,094	0,092	0,094	0,094	0,094	0,094	0,092	0,103	0,128	0,133	0,133	0,137
[62]	<i>C. peninsularis_ZMB_30267</i>	0,153	0,092	0,094	0,092	0,090	0,092	0,092	0,092	0,092	0,090	0,101	0,126	0,130	0,130	0,135
[63]	<i>C. peninsularis_DQ478491</i>	0,153	0,092	0,094	0,092	0,090	0,092	0,092	0,092	0,092	0,090	0,101	0,126	0,130	0,130	0,135
[64]	<i>C. pseudoserrata_ZMB30343</i>	0,144	0,152	0,154	0,152	0,150	0,152	0,152	0,152	0,147	0,150	0,154	0,145	0,149	0,149	0,140
[65]	<i>Caridina rubropunctata_ZMB_30314</i>	0,141	0,149	0,152	0,149	0,147	0,149	0,149	0,149	0,145	0,147	0,159	0,158	0,158	0,158	0,163
[66]	<i>Caridina serrata_ZMB_30306</i>	0,151	0,167	0,169	0,167	0,165	0,167	0,167	0,167	0,162	0,165	0,177	0,162	0,164	0,164	0,166
[67]	<i>Caridina serrata_KP168760.1</i>	0,152	0,165	0,167	0,165	0,162	0,165	0,165	0,165	0,160	0,162	0,174	0,159	0,162	0,162	0,164
[68]	<i>Caridina temasek_ZMB_2088</i>	0,118	0,159	0,162	0,164	0,162	0,164	0,164	0,164	0,159	0,162	0,174	0,190	0,192	0,192	0,190
[69]	<i>Caridina temasek_PP471307</i>	0,128	0,164	0,167	0,169	0,167	0,169	0,169	0,169	0,169	0,167	0,179	0,195	0,197	0,197	0,195
[70]	<i>Caridina thachlam_ZMB_31773</i>	0,130	0,145	0,147	0,145	0,143	0,145	0,145	0,145	0,140	0,143	0,147	0,161	0,166	0,166	0,161
[71]	<i>Caridina tricincta_ZMB29641</i>	0,139	0,138	0,141	0,138	0,136	0,138	0,138	0,138	0,134	0,136	0,145	0,147	0,151	0,151	0,140
[72]	<i>Caridina tricincta_ZMB_30360</i>	0,139	0,136	0,138	0,136	0,134	0,136	0,136	0,136	0,131	0,134	0,143	0,144	0,149	0,149	0,137
[73]	<i>C.typlus_ZMB_1718 {C_typlus}</i>	0,188	0,174	0,176	0,179	0,176	0,179	0,179	0,179	0,174	0,176	0,164	0,178	0,180	0,180	0,175
[74]	<i>Caridina sumatrensis_ZMB_3026</i>	0,166	0,164	0,167	0,169	0,167	0,169	0,169	0,169	0,164	0,167	0,169	0,185	0,187	0,187	0,185
[75]	<i>Caridina sp.1_ZMB30276 {C_sp1}</i>	0,137	0,155	0,157	0,155	0,152	0,155	0,155	0,155	0,150	0,152	0,162	0,164	0,163	0,163	0,171
[76]	<i>Caridina sp.3_ZMB33788 {C_sp3}</i>	0,139	0,157	0,159	0,157	0,155	0,157	0,157	0,157	0,152	0,155	0,162	0,154	0,154	0,154	0,147
[77]	<i>Caridina sp.2_ZMB30729 {C_sp2}</i>	0,139	0,167	0,169	0,167	0,164	0,167	0,167	0,167	0,162	0,164	0,174	0,154	0,152	0,152	0,164
[78]	<i>Caridina sp.4_ZMB32948 {C_sp4}</i>	0,144	0,148	0,150	0,148	0,145	0,148	0,148	0,148	0,143	0,145	0,155	0,157	0,155	0,155	0,155
[79]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30661</i>	0,151	0,148	0,150	0,148	0,145	0,148	0,148	0,148	0,143	0,145	0,155	0,173	0,173	0,173	0,173
[80]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30251</i>	0,151	0,148	0,150	0,148	0,145	0,148	0,148	0,148	0,143	0,145	0,155	0,173	0,173	0,173	0,173
[81]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_31572</i>	0,154	0,145	0,148	0,150	0,148	0,150	0,150	0,150	0,145	0,148	0,157	0,171	0,171	0,171	0,171
[82]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30348</i>	0,151	0,148	0,150	0,148	0,145	0,148	0,148	0,148	0,143	0,145	0,155	0,173	0,173	0,173	0,173
[83]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_32917</i>	0,151	0,148	0,150	0,148	0,145	0,148	0,148	0,148	0,143	0,145	0,155	0,173	0,173	0,173	0,173
[84]	<i>Neocaridina palmata_KP168780.1</i>	0,151	0,148	0,150	0,148	0,145	0,148	0,148	0,148	0,143	0,145	0,155	0,173	0,173	0,173	0,173

		[30]	[31]	[32]	[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]	[41]	[42]	[43]	[44]
[31]	<i>Caridina haivanensis</i> ZMB_31757	0,004														
[32]	<i>Caridina haivanensis</i> ZMB_30304	0,000	0,004													
[33]	<i>Caridina johnsoni</i> ZMB_30252	0,143	0,144	0,141												
[34]	<i>Caridina johnsoni</i> ZMB_30260	0,146	0,146	0,144	0,004											
[35]	<i>Caridina johnsoni</i> ZMB_30269	0,146	0,146	0,144	0,004	0,000										
[36]	<i>Caridina johnsoni</i> ZMB_33806	0,146	0,146	0,144	0,004	0,000	0,000									
[37]	<i>Caridina propinqua</i> AY708117	0,200	0,201	0,198	0,160	0,157	0,157	0,157								
[38]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30264	0,111	0,114	0,109	0,157	0,161	0,161	0,161	0,198							
[39]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30266	0,102	0,105	0,100	0,158	0,163	0,163	0,163	0,197	0,015						
[40]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30286	0,109	0,111	0,107	0,154	0,159	0,159	0,159	0,195	0,002	0,013					
[41]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30292	0,114	0,116	0,112	0,159	0,164	0,164	0,164	0,201	0,031	0,023	0,029				
[42]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30294	0,114	0,116	0,112	0,159	0,164	0,164	0,164	0,201	0,031	0,023	0,029	0,000			
[43]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30350	0,111	0,113	0,109	0,156	0,161	0,161	0,161	0,193	0,006	0,013	0,004	0,029	0,029		
[44]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30662	0,107	0,109	0,105	0,151	0,156	0,156	0,156	0,198	0,029	0,021	0,027	0,006	0,006	0,027	
[45]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_31609	0,113	0,116	0,111	0,158	0,163	0,163	0,163	0,200	0,006	0,017	0,004	0,032	0,032	0,007	0,030
[46]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_29758	0,109	0,112	0,107	0,154	0,159	0,159	0,159	0,201	0,031	0,023	0,029	0,004	0,004	0,029	0,002
[47]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30318	0,109	0,112	0,107	0,154	0,159	0,159	0,159	0,201	0,031	0,023	0,029	0,004	0,004	0,029	0,002
[48]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30725	0,109	0,111	0,107	0,154	0,159	0,159	0,159	0,195	0,002	0,013	0,000	0,029	0,029	0,004	0,027
[49]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_29638	0,109	0,111	0,107	0,149	0,154	0,154	0,154	0,201	0,008	0,015	0,006	0,031	0,031	0,009	0,029
[50]	<i>Caridina lanceifrons</i> ZMB_30284	0,109	0,112	0,107	0,154	0,159	0,159	0,159	0,201	0,031	0,023	0,029	0,004	0,004	0,029	0,002
[51]	<i>Caridina macrophora</i> ZMB_32937	0,134	0,132	0,132	0,151	0,151	0,151	0,151	0,167	0,134	0,134	0,131	0,132	0,132	0,129	0,125
[52]	<i>Caridina macrophora</i> ZMB_30663	0,134	0,132	0,132	0,153	0,153	0,153	0,153	0,157	0,120	0,120	0,118	0,120	0,120	0,115	0,113
[53]	<i>Caridina macrophora</i> ZMB_30287	0,134	0,132	0,132	0,153	0,153	0,153	0,153	0,157	0,120	0,120	0,118	0,120	0,120	0,115	0,113
[54]	<i>Caridina macrophora</i> ZMB_29504	0,136	0,134	0,134	0,155	0,155	0,155	0,155	0,167	0,134	0,134	0,131	0,132	0,132	0,129	0,125
[55]	<i>Caridina namdat</i> ZMB_30341	0,075	0,077	0,073	0,143	0,148	0,148	0,148	0,194	0,116	0,111	0,113	0,113	0,113	0,115	0,107
[56]	<i>Caridina namdat</i> ZMB_30342	0,077	0,079	0,075	0,141	0,145	0,145	0,145	0,192	0,118	0,113	0,115	0,116	0,116	0,118	0,109
[57]	<i>Caridina merton</i> ZMB_31580	0,146	0,144	0,144	0,157	0,157	0,157	0,157	0,150	0,141	0,143	0,138	0,134	0,134	0,136	0,131

[58]	<i>Caridina nguyeni_ZMB_30283</i>	0,096	0,096	0,094	0,168	0,170	0,170	0,170	0,184	0,120	0,115	0,117	0,127	0,127	0,119	0,120
[59]	<i>Caridina pacbo_ZMB_30295</i>	0,081	0,083	0,079	0,141	0,146	0,146	0,146	0,187	0,118	0,108	0,115	0,113	0,113	0,117	0,106
[60]	<i>C. peninsularis_ZMB29644</i>	0,145	0,144	0,143	0,157	0,162	0,162	0,162	0,154	0,141	0,143	0,138	0,134	0,134	0,136	0,127
[61]	<i>C. peninsularis_ZMB_31616</i>	0,148	0,146	0,146	0,159	0,164	0,164	0,164	0,156	0,143	0,145	0,140	0,136	0,136	0,138	0,129
[62]	<i>C. peninsularis_ZMB_30267</i>	0,145	0,143	0,143	0,157	0,162	0,162	0,162	0,154	0,140	0,142	0,138	0,134	0,134	0,135	0,126
[63]	<i>C. peninsularis_DQ478491</i>	0,145	0,143	0,143	0,157	0,162	0,162	0,162	0,154	0,140	0,142	0,138	0,134	0,134	0,135	0,126
[64]	<i>C. pseudoserrata_ZMB30343</i>	0,073	0,075	0,071	0,139	0,144	0,144	0,144	0,185	0,109	0,100	0,107	0,103	0,103	0,109	0,096
[65]	<i>Caridina rubropunctata_ZMB_30314</i>	0,077	0,075	0,075	0,130	0,130	0,130	0,130	0,189	0,115	0,115	0,113	0,120	0,120	0,115	0,117
[66]	<i>Caridina serrata_ZMB_30306</i>	0,078	0,080	0,076	0,156	0,156	0,156	0,156	0,205	0,128	0,127	0,125	0,135	0,135	0,127	0,132
[67]	<i>Caridina serrata_KP168760.1</i>	0,078	0,080	0,076	0,156	0,156	0,156	0,156	0,207	0,125	0,125	0,123	0,133	0,133	0,125	0,130
[68]	<i>Caridina temasek_ZMB_2088</i>	0,180	0,183	0,181	0,145	0,141	0,141	0,141	0,119	0,175	0,167	0,172	0,173	0,173	0,177	0,165
[69]	<i>Caridina temasek_PP471307</i>	0,188	0,191	0,188	0,148	0,148	0,148	0,148	0,121	0,180	0,172	0,177	0,180	0,180	0,182	0,172
[70]	<i>Caridina thachlam_ZMB_31773</i>	0,079	0,079	0,077	0,121	0,121	0,121	0,121	0,160	0,116	0,106	0,113	0,116	0,116	0,115	0,109
[71]	<i>Caridina tricineta_ZMB29641</i>	0,081	0,082	0,080	0,139	0,139	0,139	0,139	0,192	0,127	0,118	0,124	0,120	0,120	0,127	0,118
[72]	<i>Caridina tricineta_ZMB_30360</i>	0,079	0,080	0,077	0,139	0,139	0,139	0,139	0,192	0,125	0,115	0,122	0,118	0,118	0,124	0,116
[73]	<i>C.typus_ZMB_1718_{C_typus}</i>	0,146	0,144	0,144	0,180	0,182	0,182	0,182	0,205	0,138	0,127	0,136	0,136	0,136	0,138	0,129
[74]	<i>Caridina sumatrensis_ZMB_3026</i>	0,111	0,110	0,110	0,157	0,162	0,162	0,162	0,177	0,104	0,096	0,102	0,102	0,102	0,104	0,100
[75]	<i>Caridina sp.1_ZMB30276_{C_sp1}</i>	0,059	0,053	0,057	0,146	0,148	0,148	0,148	0,183	0,120	0,116	0,118	0,123	0,123	0,120	0,120
[76]	<i>Caridina sp.3_ZMB33788_{C_sp3}</i>	0,069	0,069	0,067	0,137	0,142	0,142	0,142	0,183	0,113	0,100	0,111	0,102	0,102	0,113	0,100
[77]	<i>Caridina sp.2_ZMB30729_{C_sp2}</i>	0,053	0,053	0,053	0,160	0,163	0,163	0,163	0,196	0,136	0,131	0,134	0,143	0,143	0,136	0,136
[78]	<i>Caridina sp.4_ZMB32948_{C_sp4}</i>	0,025	0,025	0,025	0,144	0,146	0,146	0,146	0,180	0,114	0,105	0,111	0,116	0,116	0,113	0,109
[79]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30661</i>	0,105	0,105	0,103	0,123	0,123	0,123	0,123	0,176	0,124	0,117	0,122	0,122	0,122	0,124	0,115
[80]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30251</i>	0,105	0,105	0,103	0,123	0,123	0,123	0,123	0,176	0,124	0,117	0,122	0,122	0,122	0,124	0,115
[81]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_31572</i>	0,107	0,107	0,105	0,121	0,121	0,121	0,121	0,174	0,122	0,115	0,119	0,120	0,120	0,122	0,113
[82]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30348</i>	0,105	0,105	0,103	0,123	0,123	0,123	0,123	0,176	0,124	0,117	0,122	0,122	0,122	0,124	0,115
[83]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_32917</i>	0,105	0,105	0,103	0,123	0,123	0,123	0,123	0,176	0,124	0,117	0,122	0,122	0,122	0,124	0,115
[84]	<i>Neocaridina palmata_KP168780.1</i>	0,105	0,105	0,103	0,123	0,123	0,123	0,123	0,176	0,124	0,117	0,122	0,122	0,122	0,124	0,115

		[45]	[46]	[47]	[48]	[49]	[50]	[51]	[52]	[53]	[54]	[55]	[56]	[57]	[58]	[59]
[46]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_29758</i>	0,032														
[47]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30318</i>	0,032	0,000													
[48]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30725</i>	0,004	0,029	0,029												
[49]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_29638</i>	0,009	0,031	0,031	0,006											
[50]	<i>Caridina lanceifrons_ZMB_30284</i>	0,032	0,000	0,000	0,029	0,031										
[51]	<i>Caridina macrophora_ZMB_32937</i>	0,136	0,127	0,127	0,131	0,131	0,127									
[52]	<i>Caridina macrophora_ZMB_30663</i>	0,122	0,116	0,116	0,118	0,118	0,116	0,023								
[53]	<i>Caridina macrophora_ZMB_30287</i>	0,122	0,116	0,116	0,118	0,118	0,116	0,023	0,000							
[54]	<i>Caridina macrophora_ZMB_29504</i>	0,136	0,127	0,127	0,131	0,131	0,127	0,004	0,023	0,023						
[55]	<i>Caridina namdat_ZMB_30341</i>	0,117	0,109	0,109	0,113	0,118	0,109	0,136	0,127	0,127	0,138					
[56]	<i>Caridina namdat_ZMB_30342</i>	0,120	0,111	0,111	0,115	0,120	0,111	0,139	0,129	0,129	0,141	0,002				
[57]	<i>Caridina mertoni_ZMB_31580</i>	0,140	0,134	0,134	0,138	0,138	0,134	0,055	0,057	0,057	0,057	0,148	0,150			
[58]	<i>Caridina nguyeni_ZMB_30283</i>	0,117	0,122	0,122	0,117	0,124	0,122	0,145	0,136	0,136	0,147	0,094	0,096	0,152		
[59]	<i>Caridina pacbo_ZMB_30295</i>	0,119	0,109	0,109	0,115	0,117	0,109	0,144	0,143	0,143	0,146	0,048	0,050	0,148	0,096	
[60]	<i>C. peninsularis_ZMB29644</i>	0,142	0,129	0,129	0,138	0,140	0,129	0,074	0,069	0,069	0,076	0,140	0,143	0,057	0,149	0,141
[61]	<i>C. peninsularis_ZMB_31616</i>	0,145	0,131	0,131	0,140	0,142	0,131	0,076	0,071	0,071	0,078	0,145	0,147	0,059	0,152	0,145
[62]	<i>C. peninsularis_ZMB_30267</i>	0,142	0,129	0,129	0,138	0,140	0,129	0,074	0,069	0,069	0,076	0,143	0,145	0,057	0,150	0,143
[63]	<i>C. peninsularis_DQ478491</i>	0,142	0,129	0,129	0,138	0,140	0,129	0,074	0,069	0,069	0,076	0,143	0,145	0,057	0,150	0,143
[64]	<i>C. pseudoserrata_ZMB30343</i>	0,111	0,098	0,098	0,107	0,107	0,098	0,130	0,125	0,125	0,132	0,040	0,042	0,134	0,081	0,059
[65]	<i>Caridina rubropunctata_ZMB_30314</i>	0,117	0,120	0,120	0,113	0,117	0,120	0,141	0,136	0,136	0,138	0,069	0,071	0,134	0,096	0,069
[66]	<i>Caridina serrata_ZMB_30306</i>	0,130	0,135	0,135	0,125	0,130	0,135	0,145	0,144	0,144	0,142	0,077	0,080	0,147	0,119	0,088
[67]	<i>Caridina serrata_KP168760.1</i>	0,127	0,133	0,133	0,123	0,128	0,133	0,142	0,142	0,142	0,140	0,075	0,077	0,145	0,116	0,086
[68]	<i>Caridina temasek_ZMB_2088</i>	0,177	0,168	0,168	0,172	0,167	0,168	0,165	0,165	0,165	0,160	0,175	0,172	0,170	0,185	0,180
[69]	<i>Caridina temasek_PP471307</i>	0,182	0,175	0,175	0,177	0,172	0,175	0,175	0,170	0,170	0,170	0,182	0,179	0,175	0,189	0,185
[70]	<i>Caridina thachlam_ZMB_31773</i>	0,117	0,111	0,111	0,113	0,111	0,111	0,126	0,123	0,123	0,128	0,081	0,084	0,125	0,090	0,073
[71]	<i>Caridina tricincta_ZMB29641</i>	0,129	0,120	0,120	0,124	0,124	0,120	0,131	0,117	0,117	0,133	0,065	0,067	0,133	0,096	0,073

[72]	<i>Caridina tricincta_ZMB_30360</i>	0,127	0,118	0,118	0,122	0,122	0,118	0,128	0,114	0,114	0,130	0,065	0,067	0,130	0,094	0,073
[73]	<i>C.typus_ZMB_1718_{C_typus}</i>	0,133	0,132	0,132	0,136	0,138	0,132	0,160	0,147	0,147	0,154	0,134	0,137	0,177	0,158	0,146
[74]	<i>Caridina sumatrensis_ZMB_3026</i>	0,106	0,102	0,102	0,102	0,104	0,102	0,135	0,130	0,130	0,137	0,107	0,109	0,153	0,136	0,113
[75]	<i>Caridina sp.1_ZMB30276_{C_sp1}</i>	0,122	0,123	0,123	0,118	0,122	0,123	0,135	0,126	0,126	0,135	0,075	0,077	0,142	0,098	0,083
[76]	<i>Caridina sp.3_ZMB33788_{C_sp3}</i>	0,115	0,102	0,102	0,111	0,111	0,102	0,144	0,130	0,130	0,146	0,040	0,042	0,139	0,081	0,042
[77]	<i>Caridina sp.2_ZMB30729_{C_sp2}</i>	0,138	0,139	0,139	0,134	0,138	0,139	0,147	0,146	0,146	0,144	0,088	0,090	0,144	0,096	0,088
[78]	<i>Caridina sp.4_ZMB32948_{C_sp4}</i>	0,116	0,112	0,112	0,111	0,111	0,112	0,128	0,128	0,128	0,130	0,069	0,071	0,130	0,088	0,079
[79]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30661</i>	0,126	0,118	0,118	0,122	0,124	0,118	0,135	0,128	0,128	0,137	0,098	0,096	0,139	0,122	0,107
[80]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30251</i>	0,126	0,118	0,118	0,122	0,124	0,118	0,135	0,128	0,128	0,137	0,098	0,096	0,139	0,122	0,107
[81]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_31572</i>	0,124	0,115	0,115	0,119	0,122	0,115	0,133	0,126	0,126	0,135	0,100	0,098	0,137	0,124	0,109
[82]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30348</i>	0,126	0,118	0,118	0,122	0,124	0,118	0,135	0,128	0,128	0,137	0,098	0,096	0,139	0,122	0,107
[83]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_32917</i>	0,126	0,118	0,118	0,122	0,124	0,118	0,135	0,128	0,128	0,137	0,098	0,096	0,139	0,122	0,107
[84]	<i>Neocaridina palmata_KP168780.1</i>	0,126	0,118	0,118	0,122	0,124	0,118	0,135	0,128	0,128	0,137	0,098	0,096	0,139	0,122	0,107
		[60]	[61]	[62]	[63]	[64]	[65]	[66]	[67]	[68]	[69]	[70]	[71]	[72]	[73]	[74]
[61]	<i>C._peninsularis_ZMB_31616</i>	0,004														
[62]	<i>C._peninsularis_ZMB_30267</i>	0,002	0,002													
[63]	<i>C._peninsularis_DQ478491</i>	0,002	0,002	0,000												
[64]	<i>C._pseudoserrata_ZMB30343</i>	0,127	0,131	0,129	0,129											
[65]	<i>Caridina rubropunctata_ZMB_30314</i>	0,140	0,145	0,143	0,143	0,065										
[66]	<i>Caridina serrata_ZMB_30306</i>	0,151	0,156	0,153	0,153	0,065	0,059									
[67]	<i>Caridina serrata_KP168760.1</i>	0,149	0,154	0,151	0,151	0,063	0,057	0,002								
[68]	<i>Caridina temasek_ZMB_2088</i>	0,175	0,177	0,175	0,175	0,170	0,184	0,182	0,184							
[69]	<i>Caridina temasek_PP471307</i>	0,174	0,177	0,174	0,174	0,178	0,194	0,192	0,194	0,011						
[70]	<i>Caridina thachlam_ZMB_31773</i>	0,118	0,121	0,118	0,118	0,063	0,073	0,084	0,084	0,168	0,178					
[71]	<i>Caridina tricincta_ZMB29641</i>	0,127	0,130	0,128	0,128	0,055	0,073	0,078	0,075	0,173	0,183	0,061				
[72]	<i>Caridina tricincta_ZMB_30360</i>	0,125	0,128	0,125	0,125	0,055	0,073	0,078	0,075	0,170	0,180	0,061	0,002			
[73]	<i>C.typus_ZMB_1718_{C_typus}</i>	0,166	0,171	0,169	0,169	0,137	0,141	0,149	0,147	0,180	0,187	0,139	0,144	0,144		

[74]	<i>Caridina sumatrensis_ZMB_3026</i>	0,157	0,160	0,157	0,157	0,111	0,118	0,128	0,126	0,161	0,166	0,107	0,112	0,109	0,126	
[75]	<i>Caridina sp.1_ZMB30276_{C_sp1}</i>	0,139	0,143	0,141	0,141	0,086	0,075	0,084	0,082	0,183	0,191	0,090	0,081	0,079	0,137	0,117
[76]	<i>Caridina sp.3_ZMB33788_{C_sp3}</i>	0,132	0,136	0,134	0,134	0,037	0,045	0,071	0,069	0,178	0,183	0,065	0,053	0,053	0,142	0,112
[77]	<i>Caridina sp.2_ZMB30729_{C_sp2}</i>	0,151	0,153	0,151	0,151	0,086	0,075	0,076	0,076	0,199	0,206	0,079	0,088	0,086	0,161	0,130
[78]	<i>Caridina sp.4_ZMB32948_{C_sp4}</i>	0,134	0,137	0,134	0,134	0,067	0,071	0,067	0,068	0,181	0,188	0,073	0,073	0,071	0,140	0,105
[79]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30661</i>	0,132	0,136	0,134	0,134	0,088	0,088	0,101	0,101	0,167	0,175	0,077	0,090	0,090	0,155	0,134
[80]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30251</i>	0,132	0,136	0,134	0,134	0,088	0,088	0,101	0,101	0,167	0,175	0,077	0,090	0,090	0,155	0,134
[81]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_31572</i>	0,134	0,139	0,136	0,136	0,090	0,090	0,103	0,103	0,165	0,172	0,079	0,092	0,092	0,153	0,132
[82]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30348</i>	0,132	0,136	0,134	0,134	0,088	0,088	0,101	0,101	0,167	0,175	0,077	0,090	0,090	0,155	0,134
[83]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_32917</i>	0,132	0,136	0,134	0,134	0,088	0,088	0,101	0,101	0,167	0,175	0,077	0,090	0,090	0,155	0,134
[84]	<i>Neocaridina palmata_KP168780.1</i>	0,132	0,136	0,134	0,134	0,088	0,088	0,101	0,101	0,167	0,175	0,077	0,090	0,090	0,155	0,134
				[75]	[76]	[77]	[78]	[79]	[80]	[81]	[82]	[83]	[84]			
[76]	<i>Caridina sp.3_ZMB33788_{C_sp3}</i>			0,071												
[77]	<i>Caridina sp.2_ZMB30729_{C_sp2}</i>			0,061	0,080											
[78]	<i>Caridina sp.4_ZMB32948_{C_sp4}</i>			0,045	0,061	0,035										
[79]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30661</i>			0,116	0,088	0,116	0,101									
[80]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30251</i>			0,116	0,088	0,116	0,101	0,000								
[81]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_31572</i>			0,118	0,090	0,118	0,103	0,002	0,002							
[82]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_30348</i>			0,116	0,088	0,116	0,101	0,000	0,000	0,002						
[83]	<i>Neocaridina palmata_ZMB_32917</i>			0,116	0,088	0,116	0,101	0,000	0,000	0,002	0,000					
[84]	<i>Neocaridina palmata_KP168780.1</i>			0,116	0,088	0,116	0,101	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000				

PHỤ LỤC 2. MỘT SỐ HÌNH ẢNH THỰC ĐỊA TRONG QUÁ TRÌNH THỰC HIỆN LUẬN ÁN

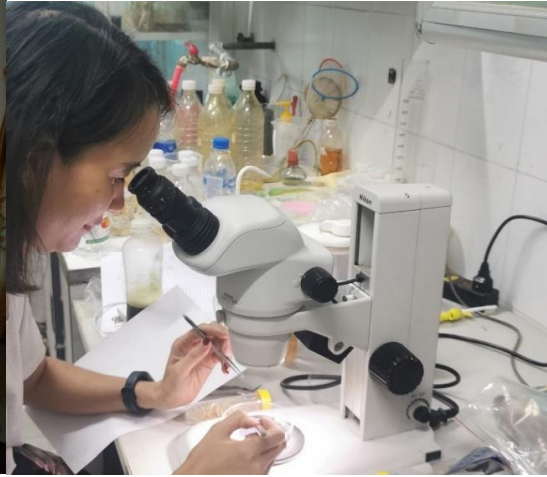


Ảnh thu mẫu thực địa



Ảnh thu mẫu thực địa

Ảnh phân tích mẫu tại phòng thí nghiệm



**PHỤ LỤC 3. THÔNG TIN VỀ CÁC MẪU TRÌNH TỰ GEN SỬ DỤNG
TRONG NGHIÊN CỨU**

STT	Tên loài	Mã Genbank	Mã Voucher	Địa điểm thu mẫu
1	<i>C. cantonensis</i>		ZMB 30253	Quảng Nam, Việt Nam
2	<i>C. cantonensis</i>		ZMB 30309	Quảng Nam, Việt Nam
3	<i>C. cantonensis</i>	KP168730		Quảng Đông, Trung Quốc [101]
4	<i>C. caobangensis</i>	MT526809	ZMB 30255	Hà Quảng, Cao Bằng
5	<i>C. caobangensis</i>		ZMB 30762	Hà Quảng, Cao Bằng
6	<i>C. caobangensis</i>		ZMB 31567	Quảng Yên, Cao Bằng
7	<i>C. clinata</i>		ZMB 30664	Cúc Phương, Ninh Bình
8	<i>C. clinata</i>		ZMB 32912	Nho Quan, Ninh Bình
9	<i>C. cucphuongensis</i>		ZMB 30752	Cúc Phương, Ninh Bình
10	<i>C. cucphuongensis</i>		ZMB 30234	Cúc Phương, Ninh Bình
11	<i>C. cucphuongensis</i>		ZMB 32911	Thạch Thành, Thanh Hóa
12	<i>C. cucphuongensis</i>		ZMB 32949	Lạc Sơn, Hòa Bình
13	<i>C. excavatoides</i>		ZMB 30310	An Phú, An Giang
14	<i>C. excavatoides</i>		ZMB 00380	U Minh Thượng, Kiên Giang
15	<i>C. excavatoides</i>	PP471308		Thái Lan *
16	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 31574	Tuy Phong, Bình Thuận
17	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 31600	Đại Từ, Thái Nguyên
18	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 30390	Kim Bảng, Hà Nam
19	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 33799	Nghĩa Hưng, Nam Định
20	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 33820	Đan Phượng, Hà Nội
21	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 33822	Hung Yên, Hưng Yên
22	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 33824	Vĩnh Tường, Vĩnh Phúc
23	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 33808	Phú Mỹ, Bình Định
24	<i>C. gracilipes</i>		ZMB 30313	Hội An, Quảng Nam
25	<i>C. gracilipes</i>	OQ185493		Sulawesi Indonesia[39]
26	<i>C. gracillima</i>		ZMB 29642	Bến Đẽ, Ninh Bình
27	<i>C. gracillima</i>		ZMB 30277	Định Quán, Đồng Nai
28	<i>C. gracillima</i>		ZMB 30665	Kiên Lương, Kiên Giang
29	<i>C. gracillima</i>	PP471294		Penisular, Malaysia
30	<i>C. haivanensis</i>		ZMB 31753	Phú Lộc, Thừa Thiên Huế

31	<i>C. haivanensis</i>		ZMB 31757	Phú Lộc, Thừa Thiên Huế
32	<i>C. haivanensis</i>		ZMB 30304	Liên Chiểu, Đà Nẵng
33	<i>C. johnsoni</i>		ZMB 30252	Hội An, Quảng Nam
34	<i>C. johnsoni</i>		ZMB 30260	Giang Thanh, Kiên Giang
35	<i>C. johnsoni</i>		ZMB 30269	Tri Tôn, An Giang
36	<i>C. johnsoni</i>		ZMB 33806	Bình Định, Quy Nhơn
37	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 29758	Sơn Dương, Tuyên Quang
38	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30318	Bắc Quang, Hà Giang
39	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30725	Tân Sơn, Phú Thọ
40	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 29638	Đà Bắc, Hòa Bình
41	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30264	Liên Chiểu, Đà Nẵng
42	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30266	Pù Mát, Nghệ An
43	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30284	Thủy Nguyên, Hải Phòng
44	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30286	TP Lào Cai, Lào Cai
45	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30292	Văn Yên, Yên Bái
46	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30294	TP Lào Cai, Lào Cai
46	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30662	Cúc Phương, Ninh Bình
48	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 31609	Bạch Mã, Thừa Thiên Huế
49	<i>C. lanceifrons</i>		ZMB 30350	Võ Nhai, Thái Nguyên
50	<i>Caridina macrophora</i>		ZMB 29504	Con Cuông, Nghệ An
51	<i>Caridina macrophora</i>		ZMB 30287	Mai Châu, Hòa Bình
52	<i>Caridina macrophora</i>		ZMB 30663	Cúc Phương, Ninh Bình
53	<i>Caridina mertoni</i>		ZMB 31580	Ninh Hải, Ninh Thuận
54	<i>Caridina namdat</i>		ZMB 30342	Nậm Dắt, Bắc Kạn
55	<i>Caridina namdat</i>		ZMB 30341	Nậm Dắt, Bắc Kạn
56	<i>C. nguyenii</i>	MT526816	ZMB 30280	Hà Quảng, Cao Bằng
57	<i>C. pacbo</i>	MW525213	ZMB 30295	Hà Quảng, Cao Bằng
58	<i>C. peninsularis</i>		ZMB 29644	Ninh Phước, Khánh Hòa
59	<i>C. peninsularis</i>		ZMB 30267	Liên Chiểu, Đà Nẵng
60	<i>C. peninsularis</i>		ZMB 31616	Tuy phong, Bình Thuận

61	<i>C. peninsularis</i>	DQ478491		Sg Keliling, Malaysia [34]
62	<i>C. pseudoserrata</i>		ZMB 30343	Quảng Yên, Cao Bằng
63	<i>C. rubropunctata</i>	MT526819	ZMB 30314	Đông Hỷ, Thái Nguyên
64	<i>C. serrata</i>		ZMB 30306	Hội An, Quảng Nam
65	<i>C. serrata</i>	KP168760		Hồng Kông, Trung Quốc[101]
66	<i>C. temasek</i>		ZMB 2088	An Phú, An Giang
67	<i>C. temasek</i>	PP471307		Singapore *
68	<i>C. thachlam</i>		ZMB 31773	Thành Thành, Thanh Hóa
69	<i>C. tricincta</i>		ZMB 29641	Na Hang, Tuyên Quang
70	<i>C. tricincta</i>		ZMB 30360	Bắc Mê, Hà Giang
71	<i>C. typus</i>		ZMB 1718	Sơn Trà, Đà Nẵng
72	<i>C. weberi sumatrensis</i>		ZMB 30262	Quảng Nam, Việt Nam
73	<i>Caridina</i> sp.1		ZMB 30276	Hòa Bình, Việt Nam
74	<i>Caridina</i> sp 2		ZMB 30729	Phú Thọ, Việt Nam
75	<i>Caridina</i> sp.3		ZMB 33788	Nguyên Bình, Cao Bằng, Việt Nam
76	<i>Caridina</i> sp.4		ZMB 32948	Thanh Hóa, Việt Nam
77	<i>Neocaridina palmata</i>		ZMB 30661	Văn Chấn, Yên Bái
78	<i>Neocaridina palmata</i>		ZMB 30251	Hà Quảng, Cao Bằng
79	<i>Neocaridina palmata</i>		ZMB 31572	Quảng Yên, Cao Bằng
80	<i>Neocaridina palmata</i>		ZMB 30348	Ba Bể, Bắc Kạn
81	<i>Neocaridina palmata</i>		ZMB 32917	Bắc Mê, Hà Giang
82	<i>Neocaridina palmata</i>	KP168780		Hồng Kông, Trung Quốc

* Trình tự được tham khảo từ công bố Klotz W., von Rintelen T., von Rintelen K., 2024, Three new species of the freshwater shrimp genus *Caridina* from Australia, *Arthropoda*, 2(1), pp. 99–118.

PHỤ LỤC 4. THÔNG TIN VỀ MẪU VẬT VÀ ĐỊA ĐIỂM THU MẪU

STT	Tên khoa học	số mẫu	Địa điểm thu mẫu	Vĩ độ	Kinh độ	Ngày thu	Người thu	Độ cao	Sinh cảnh	16S
1	<i>Caridina cantonensis</i> Yü, 1938	20	Hội An, Quảng Nam	108° 31' 12"	15° 56' 22"	9/5/2017	Đỗ Văn Tứ	23	suối ven rừng	x
2		30	Hội An, Quảng Nam	108° 30' 45"	15° 56' 39"	9/5/2017	Đỗ Văn Tứ	54	suối ven rừng	x
1	<i>Caridina caobangensis</i> Li & Liang, 2002	20	Mẫu Sơn - Lạng Sơn	106°52'45.7"	21°48'39.0"		Fruhstorfer	334	rừng	
2		25	Hà Quảng, Cao Bằng	106° 3' 9.7"	22° 58' 23.9"	24/5/2017	Đỗ Văn Tứ	336	ruộng bậc thang	x
3		30	Hà Quảng, Cao Bằng	106° 2' 53.7"	22° 59' 4"	25/5/2017	Đỗ Văn Tứ	360	suối Lê Nin	x
4		28	Quảng Yên, Cao Bằng	106° 26' 28.45"	22° 34' 28.12"	27/5/2017	Đỗ Văn Tứ	161	khú dân cư	x
5		23	Phục Hòa, Cao Bằng	106° 33' 3.27"	22° 29' 10.8"	27/5/2017	Đỗ Văn Tứ	151	khú dân cư	
		14	Nguyên Bình, Cao Bằng	105°55'25.998"	22°34'35.316"	7/10/2020	Đỗ Văn Tứ	814	Suối, Đồi núi	
1	<i>Caridina clinata</i> Cai, Quynh & Ng, 1999	33	Cúc Phương, Ninh Bình	107°51'50"	16°14'24"	14/3/2006	Frank Köhler	289	Suối, đồi núi	
2		35	Cát Bà, Hải Phòng	107° 0' 1.8"	20° 46' 58.5"	18/3/2013	Đỗ Văn Tứ	33	Suối, Đồi núi	
3		25	Chí Linh, Hải Dương	106° 27' 53.495"	21° 13' 2.148"	10/3/2015	Đỗ Văn Tứ	196	Suối, Đồi núi	
4		35	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 37.701'	20° 19.186'	4/3/2017	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ	247	Suối, Đồi núi	x
5		37	Cát Bà, Hải Phòng	107°00'02.2"	20°47'05.9"N	12/9/2018	Đỗ Văn Tứ	33	Suối, Đồi núi	
6		38	Cúc Phương, Ninh Bình	105°35'42.6"E	20°20'58.0"N	10/5/2019	Thomas von Rintelen	395	Suối, đồi núi	
7		40	Cúc Phương, Ninh Bình	105°42'19.0"E	20°15'29.7"N	10/5/2019	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ	201	Suối, đồi núi	
8		28	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 37.701'	20° 19.186'	9/5/2019	Thomas von Rintelen	247	Suối, đồi núi	
9		22	Cúc Phương, Ninh Bình	105°35'44.7"E	20°20'52.8"N	10/5/2019	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ	394	Suối, đồi núi	
10		26	Nho Quan, Ninh Bình	105°42'27.1"	20°15'27.2"	3/5/2019	Đỗ Văn Tứ	150	Hồ, Đồi núi	x

11		23	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 41.277'	20° 14.363'	10/5/2019	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ	186	Suối, Đồi núi	
12		31	Kim Bảng, Hà Nam	105° 48' 42.1319"	20° 32' 16.71"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	50	Suối, Đồi núi	
13		30	Tân Sơn, Phú Thọ	104° 56' 43.108"	21° 8' 31.633"	26/12/2022	Phan Thị Yến	260	Suối, Đồi núi	
14		30	Tân Sơn, Phú Thọ	104° 56' 56.02"	21° 8' 43.817"	27/12/2022	Phan Thị Yến	247	Suối, Đồi núi	
15		30	Tân Sơn, Phú Thọ	104° 56' 37.706"	21° 9' 8.913"	30/4/2022	Phan Thị Yến	223	Suối, Đồi núi	
16		30	Yên Lập, Phú Thọ	105° 0' 38.363"	21° 21' 33.188"	8/4/2022	Phan Thị Yến	108	Suối, Đồi núi	
1	<i>Caridina cucphuongensis</i> Dang, Thai & Pham, 1980	45	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 34.817'	20° 21.554'	12/7/2009	Karge	388	Suối, Đồi núi	x
2		30	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 36.17'	20° 21.013'	4/3/2017	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ	445	Suối, Đồi núi	x
3		30	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 34.817'	20° 21.554'	7/5/2019	Thomas von Rintelen	388	Suối, Đồi núi	
4		32	Cúc Phương, Ninh Bình	105°35'22.4"E	20°21'18.8"N	10/5/2019	Ehlers	468	Suối, Đồi núi	
5		25	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 36' 23"	20° 20' 48"	8/5/2019	Hoàng Anh Tuấn	396	Suối, Đồi núi	
6		26	Thạch Thành, Thanh Hóa	105°30'27.197	20°21'23.861	30/4/2019	Đỗ Văn Tứ	238	Suối, Đồi núi	x
7		36	Lạc Sơn, Hòa Bình	105°31'23.880"	20°23'6.558"	1/5/2019	Đỗ Văn Tứ	58	Suối, Đồi núi	x
1	<i>Caridina excavatoides</i> Johnson, 1961	43	An Phú, An Giang	105° 4' 19.75"	10° 54' 59.95"	5/7/2017	Đỗ Văn Tứ	4	Hồ, Đồng bằng	x
2		40	U Minh Thượng, Kiên Giang	105°6'3.402"	9°37'59.796"	15/6/2020	Đỗ Văn Tứ	0	Ven biển, đồng bằng	x
1	<i>Caridina gracilipes</i> De Man, 1892	30	Phú Lộc, Thừa Thiên Huế	107° 55.31'	16° 16.51'	21/10/2006	Frank Köhler	6	Suối, Đồi núi	
2		30	Vụ Bản, Nam Định	106°09'29.1"	20°23'10.5"	8/10/2015	Đỗ Văn Tứ	0	Sông, Đồng bằng	
3		30	Thủy Nguyên, Hải Phòng	106°44'14.5"	20°57'57.3"	15/2/2017	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng bằng	
4		30	Việt Trì, Phú Thọ	105° 20' 17.5"	21° 15' 2.2"	18/9/2017	Đỗ Văn Tứ	12	Sông, Đồng bằng	
5		30	Câu Nhật Tân, Hà Nội	105° 48' 38.02"	21° 5' 26.96"	24/9/2017	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng bằng	

6	30	Hội An, Quảng Nam	108° 20' 38"	15° 52' 22"	7/5/2017	Đỗ Văn Tứ	0	Sông, Đồng bằng	
7	32	Phong Nha Kẻ Bàng, Quảng Bình	106° 17' 9.07"	17° 35' 44.65"	28/6/2017	Đỗ Văn Tứ	10	Sông, Đồng bằng	
8	30	Thủy Nguyên, Hải Phòng	106° 45' 25.938"	20° 58' 24.528"	1/1/2017	Đỗ Văn Tứ	2	Ruộng lúa, Đồng bằng	
9	23	Tuy An, Phú Yên	109° 13' 6.84"	13° 19' 54"	4/5/2017	Đỗ Văn Tứ	8	Sông, Đồng bằng	
10	30	Hội An, Quảng Nam	108° 23' 5"	15° 52' 19"	7/5/2017	Đỗ Văn Tứ	0	Ven biển	x
11	34	Tuy Phong, Bình Thuận	108° 43' 36.558"	11° 14' 25.03199"	6/3/2018	Đỗ Văn Tứ	5	Sông, Đồng bằng	x
12	30	Khánh Phú, Khánh Hòa	108° 54' 49.9"	12° 11' 29.7"	8/3/2018	Đỗ Văn Tứ	93	Suối, Đồi núi	
13	30	Núi Cốc, Thái Nguyên	105° 43' 47.2"	21° 33' 30.6"	16/3/2018	Đỗ Văn Tứ	46	Hồ, Đồng bằng	x
14	25	Phú Quốc, Kiên Giang	103° 59' 30.228"	10° 24' 3.822"	8/5/2019	Đỗ Văn Tứ	5	Suối, đảo	
15	25	Nghĩa Hưng, Nam Định	106° 10' 49.109"	20° 11' 25.619"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	4	Sông, Đồng bằng	x
16	30	Kim Bảng Hà Nam	105° 50' 31.631"	20° 35' 4.254"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	7	Sông, Đồng bằng	x
17	30	Kim Bảng Hà Nam	105° 50' 1.368"	20° 34' 24.605"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	6	Sông, Đồng bằng	
18	30	Nghĩa Hưng, Nam Định	106° 10' 7.530"	20° 8' 32.1119"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	1	Sông, Đồng bằng	
19	30	Gio Linh, Quảng Trị	107°07'40.1"	16°58'54.5"	21/5/2020	Đặng Văn Đông	9	Ven biển	
20	30	Phú Mỹ, Bình Định	109°6'11.547"	14°22'48.053"	30/8/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	14	Hồ, Đồng Bằng	
21	37	Phú Mỹ, Bình Định	109°07'05.5"	14°17'35.2"	29/8/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	6	Đầm, Đồng Bằng	
22	36	Phú Mỹ, Bình Định	109°79.918"	14°21'14.669"	30/8/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	2	Sông, Đồng Bằng	x
23	30	Phú Mỹ, Bình Định	109°9'58.956"	13°47'54.180"	27/8/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	3	Sông, Đồng Bằng	

24		30	Phú Mỹ, Bình Định	109°8'24.749"	14°17'43.836"		Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	1	Suối, Đồi núi	
25		30	Vĩnh Tường, Vĩnh Phúc	105°26'48.6"	21°15'03.0"	19/7/2020	Đỗ Văn Tứ	9	Sông, Đồng Bằng	x
26		30	Hưng Yên, Hưng Yên	106°02'20.5"	20°40'18.0"	19/7/2020	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng Bằng	x
27		20	Đan Phượng, Hà Nội	105°38'50.4"	21°08'42.8"	20/7/2021	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng Bằng	x
28		30	Khoái Châu, Hưng Yên	105°55'14.7"	20°50'37.8"	20/7/2021	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng Bằng	
29		40	Sơn Tây, Hà Nội	105°29'21.9"	21°09'30.2"	20/7/2021	Đỗ Văn Tứ	9	Sông, Đồng Bằng	
30		38	Phú Xuyên, Hà Nội	105°55'26.2"	20°47'12.6"	20/7/2021	Đỗ Văn Tứ	0	Sông, Đồng Bằng	
31		39	Duy Tiên, Hà Nam	106°01'58.5"	20°40'00.5"	27/7/2021	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng Bằng	
32		30	Xuân Trường Nam Định	106°25'00.5"	20°18'50.6"	28/7/2021	Đỗ Văn Tứ	4	Sông, Đồng Bằng	
33		27	Phú Quốc, Kiên Giang	104° 2' 0.612"	10° 24' 27.0899"	27/2/2024	Phan Thị Yến	15	Suối, đảo	
1	<i>Caridina gracillima</i> Lanchester, 1901	45	Bến Đé Ninh Bình	105°54'39.0"	20°19'04.8"	29/10/2015	Đỗ Văn Tứ	3	Sông, Đồng bằng	x
2		50	Định Quán, Đồng Nai	107° 16' 2.2"	11° 9' 29.23"	2/7/2017	Đỗ Văn Tứ	55	Sông, Đồng bằng	x
3		43	Kiên Lương, Kiên Giang	104° 38' 40"	10° 17' 11"	14/2/2017	Đỗ Văn Tứ	7	Kênh, Đồng bằng	x
4		28	An Phú, An Giang	105° 4' 19.75"	10° 54' 59.95"	5/7/2017	Đỗ Văn Tứ	5	Hồ, Đồng bằng	
5		40	Tiên Yên, Quảng Ninh	107° 24' 33.0659"	21° 19' 49.86"	24/1/2018	Đỗ Văn Tứ	12	Sông, Đồng bằng	
1	<i>Caridina haivanensis</i> Do & Dang, 2010	20	Phú Lộc, Thừa Thiên Huế	108°07'05"	16°11'54"	16/7/2009	Karge	337	Suối, Đồi núi	x
2		25	Phú Lộc, Thừa Thiên Huế	108°06'39"	16°11'59"	16/7/2009	Karge	262	Suối, Đồi núi	
3		25	Phú Lộc, Thừa Thiên Huế	108°06'03"	16°13'16"	16/7/2009	Karge	107	Suối, Đồi núi	x
4		27	Phú Lộc, Thừa Thiên Huế	108°07'24"	16°11'38"	16/7/2009	Karge	369	Suối, Đồi núi	
5		25	Liên Chiểu, Đà Nẵng	108°07'27"	16°10'05"	16/7/2009	Karge	263	Suối, Đồi núi	

6		30	Liên Chiêu, Đà Nẵng	108° 7' 47"	16° 10' 32"	5/5/2017	Đỗ Văn Tứ	316	Suối, Đồi núi	x
1	<i>Caridina johnsoni</i> Cai, Ng & Choy, 2007	32	Hóc Môn, Hồ Chí Minh	106°39'38.7"	10°55'23.3"	1/1/2004	Duc	4	Đồng bằng	
2		20	Hội An, Quảng Nam	108° 20' 38"	15° 52' 22"	7/5/2017	Đỗ Văn Tứ	2	Đồng bằng	x
3		30	Giang Thanh, Kiên Giang	104° 42' 1.97"	10° 31' 23.1"	5/7/2017	Đỗ Văn Tứ	2	Đồng bằng	x
4		24	Hội An, Quảng Nam	108° 23' 5"	15° 52' 19"	7/5/2017	Đỗ Văn Tứ	0	Ven biển	
5		27	Tri Tôn, An Giang	104° 49' 4.79"	10° 30' 26.38"	5/7/2017	Đỗ Văn Tứ	2	Đồng bằng	x
6		34	Định Quán, Đồng Nai	107° 16' 2.2"	11° 9' 29.23"	2/7/2017	Đỗ Văn Tứ	54	Đồng bằng	
7		35	Kiên Lương, Kiên Giang	104° 38' 40"	10° 17' 11"	14/2/2017	Đỗ Văn Tứ	7	Đồng bằng	
8		33	Bình Định, Quy Nhơn	109°9'58.956"	13°47'54.180"	27/8/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	3	Suối, Đồi núi	x
9		30	Hải Châu, Đà Nẵng	108°13'16.0"	16°05'34.1"	24/5/2020	Đặng Văn Đông	0	Sông Dân Cư, Đồi núi	
1	<i>Caridina lanceifrons</i> Yu, 1936	30	Quảng Trị	106° 57.59'	16° 34.41'	21/10/2006	Frank Köhler	115	Sông, Đồi núi	
2		30	Con Cuông, Nghệ An	104° 32.85'	19° 12.9'	21/10/2006	Frank Köhler	88	Suối, Đồi núi	
3		30	Bắc Kạn	105° 51.053'	22° 2.099'	21/3/2006	Frank Köhler	367	Suối, Đồi núi	
4		30	Minh Hóa, Quảng Bình	105° 52.02'	17° 52.49'	21/10/2006	Frank Köhler	146	Suối, Đồi núi	
5		33	Phú Lộc, Thừa Thiên Huế	107°51'49"	16°14'18"	16/7/2009	Karge	263	Suối, Đồi núi	
6		24	Mỹ Sơn, Quảng Nam	108° 7.475'	15° 45.804'	17/7/2009	Karge	46	Suối, Đồi núi	
7		28	Kiến Xương, Thái Bình	106°26'18.7"	20°25'51.9"	5/6/2010	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng bằng	
8		37	Đại Từ Thái Nguyên	105° 50.317'	21° 25.307'	8/4/2012	Endruweit, Jin	15	Sông, Đồng bằng	
9		25	Quang Bình, Hà Giang	104° 38' 6.4"	22° 21' 54.2"	16/11/2012	Đỗ Văn Tứ	99	Ruộng, Đồng Bằng	
10		40	Văn Chấn, Yên Bái	104° 43' 56"	21° 28' 42.8"	20/11/2012	Đỗ Văn Tứ	190	Suối, Đồi núi	
11		10	Sơn Dương, Tuyên Quang	105° 29.062'	21° 32.278'	11/4/2012	Endruweit, Jin	38	Sông, Đồng bằng	x
12		15	Phổ Yên, Thái Nguyên	105° 43.591'	21° 28.862'	8/4/2012	Endruweit, Jin	53	Sông, Đồi núi	

13	29	Bắc Quang, Hà Giang	104° 54' 37.2"	22° 32' 49.1"	16/11/2012	Đỗ Văn Tứ	77	Sông, Đồng bằng	x
14	34	Con Cuông, Nghệ An	104° 40.031'	19° 5.357'	21/12/2012	Ngô Xuân Quang	210	Suối, Đồi núi	
15	29	Pù Mát, Nghệ An	104° 48.357'	18° 56.334'	20/12/2012	Ngô Xuân Quang	343	Suối, Đồi núi	
16	41	Tân Sơn, Phú Thọ	104° 52.382'	21° 11.257'	29/8/2013	Trần Anh Đức	372	Suối, Đồi núi	x
17	27	Phong Nha Kẻ Bàng, Quảng Bình	106° 17' 27.9"	17° 29' 46.6"	22/4/2014	Đỗ Văn Tứ	163	Suối, Đồi núi	
18	19	Đà Bắc, Hòa Bình	105°09'09.6"	20°53'09.7"	14/3/2015	Đỗ Văn Tứ	174	Suối, Đồi núi	x
19	23	Hòa Bình, Hòa Bình	105° 20' 10"	20° 54' 30"	6/7/2015	Kühne	39	Suối, Đồi núi	
20	17	Mai Châu, Hòa Bình	105° 2' 31"	20° 42' 46"	10/7/2015	Kühne	465	Suối, Đồi núi	
21	34	Hoa Lư, Ninh Bình	105° 54.676'	20° 16.351'	4/3/2017	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ	4	Sông, Đồng bằng	
22	28	Kim Bôi, Hòa Bình	105° 32' 7"	20° 40' 6"	23/4/2017	Đỗ Văn Tứ	57	Sông, Đồng bằng	
23	39	Liên Chiểu, Đà Nẵng	108° 8' 32"	16° 10' 4"	5/5/2017	Đỗ Văn Tứ	83	Suối, Đồi núi	x
24	43	Pù Mát, Nghệ An	104°48'02.7"	18°58'13.6"	18/5/2017	Đỗ Văn Tứ	402	Suối, Đồi núi	x
25	26	Kỳ Sơn, Nghệ An	104°25'16.0"	19°16'52.4"	9/3/2017	Le Hung Anh	75	Suối, Đồi núi	
26	26	Hướng Hóa, Quảng Trị	106° 51' 48.75"	16° 43' 14.59"	25/6/2017	Đỗ Văn Tứ	72	Ruộng lúa, Đồng bằng	
27	31	Mê Linh, Vĩnh Phúc	105° 42' 45.76"	21° 23' 22.8"	16/3/2017	Nguyễn Tổng Cường	67	Suối, Đồi núi	
28	37	Thùy Nguyên, Hải Phòng	106° 45' 25.938"	20° 58' 24.528"	1/1/2017	Đỗ Văn Tứ	1	Sông, Đồng bằng	x
29	16	Lê Thủy, Quảng Bình	106° 38' 47.86"	16° 59' 56.45"	25/5/2017	Đỗ Văn Tứ	153	Suối, Đồi núi	x
30	18	Lạc Sơn, Hòa Bình	105° 26' 39"	20° 31' 7"	23/4/2017	Đỗ Văn Tứ	57	Ruộng, Đồng bằng	
31	38	Văn Yên, Yên Bái	104° 27' 42.49"	22° 4' 18.84"	18/9/2017	Đỗ Văn Tứ	51	Sông, Đồng bằng	x
32	13	TP Lào Cai, Lào Cai	104° 1' 36.64"	22° 25' 33.15"	16/9/2017	Đỗ Văn Tứ	81	Sông, Đồng bằng	x
33	17	Phước Sơn, Quảng Nam	107° 49' 19.02"	15° 34' 1.27"	29/6/2017	Đỗ Văn Tứ	129	Suối, Đồi núi	
34	28	Kim Bôi, Hòa Bình	105° 33' 27.8"	20° 39' 38.4"	23/4/2017	Đỗ Văn Tứ	48	Sông, Đồng bằng	

35	24	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 54.676'	20° 16.351'	4/3/2017	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ	2	sông, Đồi núi	x
36	20	Móng Cái, Quảng Ninh	107° 44' 23.5079"	21° 32' 27.4679"	24/1/2018	Đỗ Văn Tứ	37	Suối, Đồi núi	
37	31	Sin Hồ, Lai Châu	103° 23' 16.90799"	22° 16' 46.572"	29/4/2018	Đỗ Văn Tứ	220	Ruộng, Đồi núi	
38	30	Sin Hồ, Lai Châu	103° 21' 17.748"	22° 19' 40.2899"	30/4/2018	Đỗ Văn Tứ	228	Suối, Đồi núi	
39	39	Đình Lập, Lạng Sơn	107° 9' 56"	21° 28' 31"	18/3/2018	Đỗ Văn Tứ	112	ruộng, Đồi núi	
40	20	Tiên Yên, Quảng Ninh	107° 16' 23"	21° 23' 22"	19/3/2018	Đỗ Văn Tứ	45	Suối, Đồi núi	
41	21	Chợ Mới, Bắc Kạn	105° 47' 41.6"	21° 53' 47.2"	16/3/2018	Đỗ Văn Tứ	58	Sông, Đồi núi	
42	27	Bạch Mã, Thừa Thiên Huế	107° 52' 37.032"	16° 13' 2.0939"	6/6/2018	Đỗ Văn Tứ	145	Suối, Đồi núi	x
43	43	Bạch Mã, Thừa Thiên Huế	107° 52' 55.2"	16° 13' 27.4"	11/6/2018	Duwe	58	Suối, Đồi núi	
44	25	Hàm Yên, Tuyên Quang	105° 0' 45.69"	22° 10' 15.31"	28/10/2018	Nguyễn Tổng Cường	63	Suối, Đồi núi	
45	30	Hàm Yên, Tuyên Quang	105° 3' 28.07"	22° 12' 36.84"	29/10/2018	Nguyễn Tổng Cường	193	Suối, Đồi núi	
46	33	Hàm Yên, Tuyên Quang	104° 59' 29.15"	22° 10' 5.23"	28/10/2018	Nguyễn Tổng Cường	151	ao, Đồi núi	
47	19	Võ Nhai, Thái Nguyên	106° 7' 14.0879"	21° 46' 32.987"	9/6/2019	Đỗ Văn Tứ	131	Suối, Đồi núi	x
48	18	Quỳnh Nhai, Sơn La	103° 37' 25.4"	21° 45' 16.2"	3/7/2019	Đỗ Văn Tứ	303	Suối, Đồi núi	
49	15	Quỳnh Nhai, Sơn La	103° 37' 25.385"	21° 45' 16.157"	3/7/2019	Đỗ Văn Tứ	303	Suối, Đồi núi	
50	17	Quỳnh Nhai, Sơn La	103° 35' 35.352"	21° 50' 4.812"	3/7/2019	Đỗ Văn Tứ	242	ao, Đồi núi	
51	20	Văn Chấn, Yên Bái	104° 43' 21.137"	21° 28' 23.051"	5/7/2019	Đỗ Văn Tứ	207	suối, đồi núi	
52	40	Vị Xuyên, Hà Giang	104° 52' 22.8"	22° 54' 43.4"	23/2/2019	Dang Van Dong	115	Sông, Đồi núi	
53	37	Tràng Định, Lạng Sơn	106° 28' 24.6"	22° 15' 10.5"	27/4/2019	Dang Van Dong	156	Suối, Đồi núi	
54	28	Hàm Yên, Tuyên Quang	104° 58' 46"	22° 19' 13.4"	14/4/2019	Luong Mai Anh	702	Rừng, Đồi núi	
55	22	Bắc Quang, Hà Giang	104° 58' 8.928"	22° 19' 17.573"	14/4/2019	Đỗ Văn Tứ	612	Rừng, Đồi núi	
56	31	Hàm Yên, Tuyên Quang	104° 58' 39"	22° 19' 5.4"	14/4/2019	Đỗ Văn Tứ	657	Rừng, Đồi núi	

57	9	Hàm Yên, Tuyên Quang	104°59'40	22°17'54.4"	15/4/2019	Đỗ Văn Tứ	652	Rừng, Đồi núi
58	32	Hàm Yên, Tuyên Quang	104°59'39.21	22°17'56.0"	17/4/2019	Đỗ Văn Tứ	662	Rừng, Đồi núi
59	25	Kim Bảng, Hà Nam	105° 50' 1.368"	20° 34' 24.605"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	6	Sông, Đồng bằng
60	51	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°29'26.429"	22°12'58.271"	26/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Dang Van Dong, Nguyen Tong Cuong'	219	Suối, Đồi núi
61	24	Văn Yên, Yên Bái	104°40'45.9"	21°52'39.7"	17/7/2020		40	Sông, đồng bằng
62	27	Vĩnh Tường, Vĩnh Phúc	105°26'48.6"	21°15'03.0"	19/7/2020		9	Sông, Đồng bằng
63	19	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°33'26.244"	22°17'36.720"	29/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Dang Van Dong, Nguyen Tong Cuong'	269	Suối, Đồi núi
64	18	Lào Cai	103°58'37.7"	22°29'07.2"	15/7/2020		72	Sông, Đồng bằng
65	24	Văn Yên, Yên Bái	104°32'31.4"	22°00'18.3"	16/7/2020		46	Sông, Đồng bằng
66	25	Tiên Yên, Quảng Ninh	107°18'40.1"E	21°26'51.1"N	13/09/2020	Phan Thị Yến	66	Suối, Đồi núi
67	18	Bắc Quang, Hà Giang	104°50'57.780"	22°30'42.990"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	293	Suối, Đồi núi
68	37	Bắc Quang, Hà Giang	104°51'12.672"	22°30'18.258"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	230	Suối, Đồi núi
69	12	Nghĩa Hưng, Nam Định	106° 10' 49.109"	20° 11' 25.619"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	4	Sông, Đồng bằng
70	26	Bảo Thắng, Lào Cai	104°01'32.8"	22°27'13.1"	16/7/2020	Local people	69	Sông, Đồi núi
71	22	Sơn Tây, Hà Nội	105°29'21.9"	21°09'30.2"	20/7/2021	Local people	9	Sông, Đồng bằng
72	15	Lào Cai	103°58'40.3"	22°29'09.8"	20/7/2021	Local people	72	Sông, Đồi núi
73	18	Đan Phượng, Hà Nội	105°43'58.9"	21°06'18.1"	20/7/2021	Local people	2	Sông, Đồng bằng
74	34	Âu Lâu, Yên Bái	104°51'58.9"	21°42'23.9"	20/7/2021	Local people	31	Sông, Đồng bằng

75	17	Phú Xuyên, Hà Nội	105°55'26.2"	20°47'12.6"	20/7/2021		0	Sông, Đồng bằng
76	28	Văn Yên, Yên Bái	104°40'47.5"	21°52'49.1"	20/7/2021		45	Sông, Đồng bằng
77	37	Mường Chà, Điện Biên	103°16'40.7"	21°54'13.5"	13/1/2021	Nguyễn Đình Tạo	231	Sông, Đồi núi
78	18	Khoái Châu, Hưng Yên	105°55'14.7"	20°50'37.8"	20/7/2021	Đỗ Văn Tứ	2	sông, đồng bằng
79	28	Thường xuân, Thanh Hóa	105°14'34.925"	19°51'3.456"	23/10/2021	Đỗ Văn Tứ, Phan Thị Yến	95	Rừng, Đồi núi
80	25	Thường xuân, Thanh Hóa	105°14'9.27"	19°52'16.547"	21/10/2021	Đỗ Văn Tứ, Phan Thị Yến	116	Rừng, Đồi núi
81	39	Thường xuân, Thanh Hóa	105°14'35.760"	19°49'57.899"	22/10/2021	Đỗ Văn Tứ	85	Dân Cư, Đồi núi
82	30	Thường xuân, Thanh Hóa	105°09'12.3"	19°55'15.0"	24/10/2021	Đỗ Văn Tứ	122	Rừng, Đồi núi
83	18	Thường xuân, Thanh Hóa	105°14'25.2"	19°53'23.9"	24/10/2021	Đỗ Văn Tứ	136	Rừng, Đồi núi
84	33	Thường xuân, Thanh Hóa	105°08'28.3"	20°00'04.9"	20/11/2021	Đỗ Văn Tứ	241	Rừng, Đồi núi
85	29	Thanh Sơn, Phú Thọ	105° 13' 2.892"	21° 6' 20.455"	9/5/2021	Phan Thị Yến	103	Suối, Đồi núi
86	17	Thanh Sơn, Phú Thọ	105° 12' 45.537"	21° 6' 5.44"	10/5/2021	Phan Thị Yến	139	Suối, Đồi núi
87	15	Yên Lập, Phú Thọ	105° 0' 38.363"	21° 21' 33.188"	8/4/2022	Phan Thị Yến	108	Suối, Đồi núi
88	27	Yên Lập, Phú Thọ	105° 1'3.304"	21° 19' 52.564"	9/4/2022	Phan Thị Yến	85	Ruộng, đồng bằng
89	23	Yên Lập, Phú Thọ	105° 4' 46.963"	21° 22' 16.164"	10/4/2022	Phan Thị Yến	26	Suối, Đồi núi
90	23	Tân Sơn, Phú Thọ	104° 56' 43.108"	21° 8' 31.633"	28/6/2022	Phan Thị Yến	260	Suối, Đồi núi
91	27	Phù Yên, Sơn La	104°45'2.934"	21°5'26.123"	2/7/2023	Đỗ Văn Tứ	664	Suối, Đồi núi
92	29	Phù Yên, Sơn La	104°43'0.815"	21°6'39.402"	2/7/2023	Đỗ Văn Tứ	213	Suối, Đồi núi
93	28	Ba Chẽ, Quảng Ninh	107°00'01.1"E	21°16'22.4"N	23/02/2023	Đỗ Văn Tứ	188	Suối, Đồi núi
94	37	Vân Đồn, Quảng Ninh	107°30'23.3"E	20°58'36.8"N	21/03/2023	Đỗ Văn Tứ	11	Suối, Đồi núi
95	18	Vân Đồn, Quảng Ninh	107°30'44.8"E	20°58'10.2"N	21/03/2023	Đỗ Văn Tứ	59	Suối, Đồi núi

96		38	Vân Đồn, Quảng Ninh	107°29'38.9"E	20°58'41.8"N	22/03/2023	Trần Đức Lương	23	Suối, Đồi núi	
97		30	Lục Yên, Yên Bái	104° 43' 46.321"	21° 57' 8.803"	26/5/2023	Phan Thị Yến	228	Suối, Đồi núi	
98		24	Lục Yên, Yên Bái	104°40'28.6523"	22°13'54.43129"	26/5/2023	Phan Thị Yến	167	Suối, Đồi núi	
99		25	Lục Yên, Yên Bái	104° 45' 3.355"	21° 58' 5.518"	26/5/2023	Phan Thị Yến	78	Suối, Đồi núi	
1	<i>Caridina macrophora</i> Kemp, 1918	17	Hương Sơn, Hà Tĩnh	105°20'04.1"E	18°29'46.0"	1/1/2003	Đỗ Văn Tứ	17	Sông, Đồng bằng	
2		45	Con Cuông, Nghệ An	104° 47.3'	19° 0.15'	21/10/2006	Frank Köhler	475	Rừng, Đồi núi	x
3		21	Phổ Yên, Thái Nguyên	105° 50.317'	21° 25.307'	8/4/2012	Endruweit, Jin	11	Dân Cư, Đồi núi	
4		31	Thủy Nguyên, Hải Phòng	106° 45' 25.938"	20° 58' 24.528"	1/1/2017	Đỗ Văn Tứ	1	Sông, Đồng bằng	
5		26	Kiên Lương, Kiên Giang	104° 38' 40"	10° 17' 11"	14/2/2017	Đỗ Văn Tứ	6	Sông, đồng bằng	
6		35	Cúc Phương, Ninh Bình	105° 54.676'	20° 16.351'	4/3/2017	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ	2	sông, đồng bằng	x
7		30	Mai Châu, Hòa Bình	105° 4' 37"	20° 39' 9"	22/4/2017	Đỗ Văn Tứ	152	Sông, Đồng bằng	x
8		25	Đắk Lắk	108° 10' 42.52"	12° 24' 58.95"	1/7/2017	Đỗ Văn Tứ	416	Hồ, đồi núi	
9		34	Tĩnh Biên, An Giang	105° 1' 14.72"	10° 29' 40.96"	5/7/2017	Đỗ Văn Tứ	17	Suối, Đồi núi	
10		26	An Phú, An Giang	105° 4' 19.75"	10° 54' 59.95"	5/7/2017	Đỗ Văn Tứ	6	Hồ, Đồng bằng	
11		27	Tam Nông, Đồng Tháp	105° 28' 41.52"	10° 43' 16.8479"	26/3/2019	Đặng Văn Đông	4	Ruộng, Đồng bằng	
12		23	Gia Viễn, Ninh Bình	105°52'47.4"	20°22'08.2"	4/11/2021	Đặng Văn Đông, Phan Thị Yến	33	Rừng, Đồi núi	x
13		30	Krong Bông, Đắk Lắk	108°20'34.0"	12°30'48.8"	16/10/2022	Phan Thị Yến	430	Sông, Đồi núi	
	<i>Caridina mertoni</i> Roux, 1911	32	Ninh Hải, Ninh Thuận	109° 11' 53.058"	11° 46' 26.73"	8/3/2018	Đỗ Văn Tứ	43	Suối, Đồi núi	x
1	<i>Caridina namdat</i> Do, Dang & von Rintelen, 2021	21	Nậm Dắt, Bắc Kạn	105° 56' 8.688"	22° 5' 46.199"	6/6/2019	Đỗ Văn Tứ	524	hang, Đồi núi	x
2		17	Nậm Dắt, Bắc Kạn	105° 54' 58"	22° 5' 19"	6/6/2019	Đỗ Văn Tứ	690	hang, Đồi núi	x
1	<i>Caridina nguyenii</i> Li & Liang, 2002	39	Hà Quảng, Cao Bằng	106° 2' 53.7"	22° 59' 4"	25/5/2017	Đỗ Văn Tứ	359	Suối, Đồi núi	

2		43	Hà Quảng, Cao Bằng	106° 4' 7.06"	22° 58' 33.99"	25/5/2017	Đỗ Văn Tứ	483	Suối, Đồi núi	x
1	<i>Caridina pacbo</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020	14	Hà Quảng, Cao Bằng	106° 2' 31.2"	22° 59' 1.7"	25/5/2017	Đỗ Văn Tứ	467	Suối, Đồi núi	x
1	<i>Caridina peninsularis</i> Kemp, 1918	22	Ninh Phước, Khánh Hòa	109°17'31.7"	12°25'11.6"	1/7/2010	Đỗ Văn Tứ	92	Suối, Đồi núi	x
2		31	Liên Chiểu, Đà Nẵng	108° 8' 32"	16° 10' 4"	5/5/2017	Đỗ Văn Tứ	11	Suối, Đồi núi	x
3		19	Hòa Vang, Đà Nẵng	108° 3' 18"	16° 7' 12"		Kühne	23	Suối, Đồi núi	
4		20	Ninh Hải, Ninh Thuận	109° 11' 53.058"	11° 46' 26.73"	8/3/2018	Đỗ Văn Tứ	43	Suối, Đồi núi	
5		29	Đảo cái lim, Quảng Ninh	107° 34' 17.568"	21° 6' 18.6059"	8/5/2018	Đỗ Văn Tứ	6	Suối, Đồi núi	
1		<i>Caridina pseudoserrata</i> Dang & Do, 2007	13	Phục Hòa, Cao Bằng	106° 33' 3.27"	22° 29' 10.8"	27/5/2017	Đỗ Văn Tứ	151	Suối, Đồi núi
2	15		Quảng Yên, Cao Bằng	106° 23' 37.3379"	22° 39' 48.971"	4/6/2019	Đỗ Văn Tứ	484	Suối, Đồi núi	x
3	27		Nguyên Bình, Cao Bằng	105°55'24.222"	22°34'38.694"	7/10/2020	Đỗ Văn Tứ	773	Suối, Đồi núi	
4	25		Nguyên Bình, Cao Bằng	105°55'25.998"	22°34'35.316"	7/10/2020	Đỗ Văn Tứ	814	Suối, Đồi núi	
5	21		Nguyên Bình, Cao Bằng	105°58'32.135"	22°38'16.626"	5/10/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Nguyễn Tổng Cường	653	Suối, Đồi núi	
1	<i>Caridina rubropunctata</i> Dang & Do, 2007	23	Na Hang Tuyên Quang	105°19'04.1"E	22°27'47.8"N	7/6/2013	Cianferoni, Mazza, Bambi	303	Suối, Đồi núi	
2		28	Đồng Hỷ, Thái Nguyên	105° 49' 50.5"	21° 46' 48.7"	23/5/2017	Đỗ Văn Tứ	95	Suối, Đồi núi	x
1	<i>Caridina serrata</i> Stimpson, 1860	32	Cù Lao Chàm, Hội An, Quảng Nam	108° 31' 22.7"	15° 56' 34.9"	10/5/2017	Phạm Thế Cường	158	Suối, Đồi núi	x
1	<i>Caridina temasek</i> Choy & Ng, 1991	43	An Phú, An Giang	105° 4' 19.75"	10° 54' 59.95"	5/7/2017	Đỗ Văn Tứ	4	Hồ, ĐỒng bằng	x
2		32	Tam Nông, Đồng Tháp	105° 28' 41.52"	10° 43' 16.8479"	26/3/2019	Đặng Văn Đông	4	Sông, ĐỒng bằng	
1	<i>Caridina thachlam</i> Do, Cao, von Rintelen, 2021	12	Thạch Thành, Thanh Hóa	105° 30' 27.347"	20° 21' 24.0779"	30/4/2019	Đỗ Văn Tứ	240	hang, Đồi núi	
2		19	Thạch Thành, Thanh Hóa	105° 31' 10.277"	20° 21' 8.771"	10/5/2019	Đỗ Văn Tứ	93	hang, Đồi núi	

3		14	Thạch Thành, Thanh Hóa	105° 31' 8.681"	20° 21' 8.214"	10/5/2019	Đỗ Văn Tứ	105	hang, Đồi núi	x
4		24	Cúc Phương, Ninh Bình	105°40'37.2"	20°16'59.5"	9/5/2019	Thomas von Rintelen, Đỗ Văn Tứ, Hoang Anh Tuan	245	Rừng, Đồi núi	
1	<i>Caridina tricincta</i> Do, von Rintelen & Dang, 2020	21	Na Hang Tuyên Quang	105°23'09.1"	22°26'42.1"	22/11/2014	Đỗ Văn Tứ	220	Suối, Đồi núi	x
2		35	Bắc Mê, Hà Giang	105° 15' 37.397"	22° 44' 18.635"	16/10/2019	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	236	Suối, Đồi núi	x
3		24	Bắc Mê, Hà Giang	105° 14' 9.989"	22° 44' 24.894"	16/10/2019	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	250	Suối, Đồi núi	
4		22	Bắc Mê, Hà Giang	105°13'45.906"	22°43'12.107"	26/5/2019	Đỗ Văn Tứ	211	Rừng, Đồi núi	
1	<i>Caridina typus</i> H. Milne Edwards, 1837	31	Lăng Cô, Thừa Thiên Huế	108° 4' 26"	16° 12' 22"	21/10/2006	Kühne	53	Suối, Đồi núi	
2		26	Côn Đảo, Bà Rịa-Vũng Tàu	106° 37' 10.4"	8° 43' 45.3"	22/8/2014	Đỗ Văn Tứ	11	đảo, Đồi núi	
3		32	Liên Chiểu, Đà Nẵng	108° 8' 32"	16° 10' 4"	5/5/2017	Đỗ Văn Tứ	11	Suối, Đồi núi	
4		35	Bãi Tử Long, Quảng Ninh	107° 35' 30.666"	21° 4' 33.36"	9/5/2018	Đỗ Văn Tứ	7	đảo	
5		31	Bãi Tử Long, Quảng Ninh	107° 35' 33.8159"	21° 4' 27.57"	9/5/2018	Đỗ Văn Tứ	28	đảo	
6		33	Sơn Trà, Đà Nẵng	108° 15' 20.172"	16° 6' 53.1779"	7/3/2019	Đỗ Văn Tứ	53	Suối, Bán đảo	
7		30	Sơn Trà, Đà Nẵng	108° 16' 44.07"	16° 7' 57.54"	3/3/2019	Đỗ Văn Tứ	109	Suối, Bán đảo	
8		36	Phú Quốc, Kiên Giang	103° 59' 30.228"	10° 24' 3.822"	8/5/2019	Đỗ Văn Tứ	9	đảo	
9		20	Sơn Trà, Đà Nẵng	108°13'30.1"	16°08'05.1"	24/5/2020	Đặng Văn Đông	0	Rừng, Đồi núi	x
	<i>Caridina weberi sumatrensis</i> De Man, 1892	26	Hội An, Quảng Nam	108° 31' 12"	15° 56' 22"	9/5/2017	Đỗ Văn Tứ	24	Rừng, Đảo	
1	<i>Caridina sp.1</i>	30	Ngọc Sơn, Hòa Bình	105°22'23.5"	20°24'11.92"	3/2/2023	Phan Thi Yen	343	Suối, Đồi núi	
2		27	Ngọc Sơn, Hòa Bình	105°28'49.201"	20°22'50.033"	3/2/2023	Phan Thi Yen	208	Suối, Đồi núi	
3		17	Ngọc Sơn, Hòa Bình	105° 18' 8.027"	20° 27' 55.721"	23/4/2017	Đỗ Văn Tứ	616	Suối, Đồi núi	x

1	<i>Caridina sp.2</i>	29	Tân Sơn, Phú Thọ	104° 56' 40.739"	21° 8' 40.09"	28/6/2022	Phan Thị Yến	226	Suối, Đồi núi	x
1	<i>Caridina sp.3</i>	15	Nguyễn Bình, Cao Bằng	105°58'33.318"	22°38'20.820"	8/10/2020	Đỗ Văn Tứ	663	Suối, Đồi núi	x
2		18	Nguyễn Bình, Cao Bằng	106°1'46.368"	22°34'53.207"	8/10/2020	Đỗ Văn Tứ	526	Suối, Đồi núi	
3		18	Nguyễn Bình, Cao Bằng	106° 10' 49.109"	20° 11' 25.619"	8/10/2020	Đỗ Văn Tứ	4	Sông, Đổng bảas	
1	<i>Caridina sp.4</i>	30	Thường Xuân, Thanh Hóa	105°09'12.3	19°55'15.0"	24/10/2021	Đỗ Văn Tứ	122	Rừng, Đồi núi	
2		24	Thường Xuân, Thanh Hóa	105°07'30.6"	19°56'05.9"	21/11/2021	Đỗ Văn Tứ	136	Rừng, Đồi núi	x
1	<i>Neocaridina palmata palmata</i> Shen, 1948	23	Hòa An, Cao Bằng	106° 10' 26"	22° 39' 54.7"	13/11/2012	Đỗ Văn Tứ	213	Suối, Đồi núi	
2		47	Pác Bó, Cao Bằng	106° 2' 30"	22° 56' 49.2"	13/11/2012	Đỗ Văn Tứ	287	Suối, Đồi núi	
3		19	Văn Chấn, Yên Bái	104° 43' 56"	21° 28' 42.8"	20/11/2012	Đỗ Văn Tứ	190	Suối, Đồi núi	x
4		38	Na rì, Bắc Kạn	106°08'59.0"	22°07'39.0"	23/8/2012	Tran	338	Suối, Đồi núi	
5		37	Hà Quảng, Cao Bằng	106° 3' 9.7"	22° 58' 23.9"	24/5/2017	Đỗ Văn Tứ	337	Suối, Đồi núi	x
6		24	Lâm Bình, Tuyên Quang	105° 18' 12.941"	22° 29' 45.047"	31/8/2017	Đỗ Văn Tứ	424	Suối, Đồi núi	
7		43	Hà Quảng, Cao Bằng	106° 4' 7.06"	22° 58' 33.99"	25/5/2017	Đỗ Văn Tứ	483	Suối, Đồi núi	
8		36	Trùng Khánh, Cao Bằng	106° 43' 25.3"	22° 51' 10.72"	26/5/2017	Đỗ Văn Tứ	368	Suối, Đồi núi	
9		17	Cao Bằng, Cao Bằng	106° 15' 45.6"	22° 39' 54.1"	25/5/2017	Đỗ Văn Tứ	177	Suối, Đồi núi	
10		44	Trùng Khánh, Cao Bằng	106° 42' 6.22"	22° 50' 42.88"	26/5/2017	Đỗ Văn Tứ	445	Suối, Đồi núi	
11		37	Hà Quảng, Cao Bằng	106° 3' 28.4"	22° 58' 35.05"	25/5/2017	Đỗ Văn Tứ	377	Suối, Đồi núi	
12		26	Quảng Yên, Cao Bằng	106° 26' 28.45"	22° 34' 28.12"	27/5/2017	Đỗ Văn Tứ	161	Suối, Đồi núi	
13		25	Phục Hòa, Cao Bằng	106° 33' 3.27"	22° 29' 10.8"	27/5/2017	Đỗ Văn Tứ	151	Suối, Đồi núi	
14		32	Quảng Yên, Cao Bằng	106° 26' 12.55"	22° 36' 6.74"	27/5/2017	Đỗ Văn Tứ	322	Suối, Đồi núi	x
15		22	Tân Mỹ, Lạng Sơn	106° 40' 27.1199"	21° 58' 55.164"	11/3/2018	Đỗ Văn Tứ	235	Ruộng, Đồi núi	
16		35	Hạ Lang, Cao Bằng	106° 39' 21"	22° 43' 6"	28/7/2018	Đỗ Văn Tứ	578	Suối, Đồi núi	
17		37	Tân Mỹ, Lạng Sơn	106° 39' 11.3219"	21° 59' 41.202"	11/3/2018	Đỗ Văn Tứ	211	Suối, Đồi núi	
18		21	Hạ Lang, Cao Bằng	106° 36' 8"	22° 44' 17"	31/7/2018	Đỗ Văn Tứ	502	Suối, Đồi núi	

19	25	Quảng Yên, Cao Bằng	106° 24' 41"	22° 40' 51.6"	27/6/2018	Đỗ Văn Tứ	597	Suối, Đồi núi	
20	39	Ngân Sơn, Bắc Kạn	106° 1' 45.3"	22° 27' 19"	17/3/2018	Đỗ Văn Tứ	616	Suối, Đồi núi	
21	16	Quảng Yên, Cao Bằng	106° 23' 37.3379"	22° 39' 48.971"	4/6/2019	Đỗ Văn Tứ	484	Suối, Đồi núi	
22	38	Phục Hòa, Cao Bằng	106° 28' 50.7299"	22° 34' 44.8859"	3/6/2019	Đỗ Văn Tứ	233	Suối, Đồi núi	
23	33	Ba Bể, Bắc Kạn	105° 38' 15.318"	22° 28' 2.892"	5/6/2019	Đỗ Văn Tứ	193	Suối, Đồi núi	x
24	13	Hữu Lũng, Lạng Sơn	106° 20' 7.853"	21° 37' 19.355"	8/6/2019	Đỗ Văn Tứ	61	Suối, Đồi núi	
25	19	Bắc Mê, Hà Giang	105° 11' 12.978"	22° 43' 2.483"	17/10/2019	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Lê Hùng Anh	318	Suối, Đồi núi	
26	16	Bắc Mê, Hà Giang	105° 15' 37.397"	22° 44' 18.635"	16/10/2019	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	236	Suối, Đồi núi	
27	36	Bắc Mê, Hà Giang	105° 14' 9.989"	22° 44' 24.894"	16/10/2019	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông	250	Suối, Đồi núi	
28	25	Bắc Mê, Hà Giang	105° 14' 45.342"	22° 45' 20.525"	18/10/2019	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Lê Hùng Anh	205	Suối, Đồi núi	
29	24	Thạch Anh, Cao Bằng	106° 19' 9"	22° 33' 52"	28/4/2019	Đặng Văn Đông	271	Suối, Đồi núi	
30	21	Hòa An, Cao Bằng	106° 12' 13"	22° 41' 35"	29/4/2019	Đặng Văn Đông	188	Suối, Đồi núi	
31	18	Bắc Mê, Hà Giang	105°12'12.150"	22°50'7.584"	27/5/2019	Đỗ Văn Tứ	263	Rừng, Đồi núi	
32	23	Bắc Mê, Hà Giang	105°11'18.780"	22°42'58.176"	25/5/2019	Đỗ Văn Tứ	242	Rừng, Đồi núi	
33	24	Bắc Mê, Hà Giang	105°12'19.973	22°48'45.881	27/5/2019	Đỗ Văn Tứ	172	Rừng, Đồi núi	
34	27	Bắc Mê, Hà Giang	105°13'46.992"	22°43'6.558"	26/5/2019	Đỗ Văn Tứ	194	Rừng, Đồi núi	
35	19	Bắc Mê, Hà Giang	105°15'41.244"	22°41'4.547"	26/5/2019	Đỗ Văn Tứ	143	Rừng, Đồi núi	x
36	43	Bắc Quang, Hà Giang	104°58'8.928	22°19'17.573	14/4/2019	Đỗ Văn Tứ	612	Rừng, Đồi núi	
37	30	Nguyễn Bình, Cao Bằng	105°51'17"	22°35'33"	21/5/2020	Đỗ Văn Tứ	1027	Suối, Đồi núi	
38	34	Nguyễn Bình, Cao Bằng	105°55'22"	22°39'11"	22/5/2020	Đỗ Văn Tứ	504	Suối, Đồi núi	

39	20	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°31'29.957"	22°19'42.623"	28/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Nguyễn Tổng Cường	350	Suối, Đồi núi	
40	28	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°31'2.717"	22°17'35.292"	24/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Nguyễn Tổng Cường	758	Suối, Đồi núi	
41	26	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°30'38.507"	22°14'7.638"	24/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Phan Thị Yến	276	Suối, Đồi núi	
42	36	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°33'0.972"	22°20'37.115"	27/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Nguyễn Tổng Cường	263	Suối, Đồi núi	
43	41	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°33'26.244"	22°17'36.720"	29/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Nguyễn Tổng Cường	269	Suối, Đồi núi	
44	43	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°29'13"	22°15'24"	25/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Nguyễn Tổng Cường	342	Suối, Đồi núi	
45	27	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°31'4.007"	22°17'38.610"	24/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Đặng Văn Đông, Nguyễn Tổng Cường	779	Suối, Đồi núi	
46	21	Chợ Đồn, Bắc Kạn	105°29'26.429"	22°12'58.271"	26/7/2020	Đỗ Văn Tứ, Phan Thị Yến	219	Suối, Đồi núi	
47	24	Quản Bạ, Hà Giang	104°57'57.780"	23°5'11.532"	13/10/2020	Đỗ Văn Tứ	824	Suối, Đồi núi	
48	28	Quản Bạ, Hà Giang	104°57'57.935	23°5'11.4788	13/10/2020	Đỗ Văn Tứ	825	Ruộng, Đồi núi	
49	25	Nguyên Bình, Cao Bằng	105°55'23"	22°39'08"	22/5/2020	Đỗ Văn Tứ	512	Suối, Đồi núi	

1		Buôn Đôn, Đắk Lắk	107°46'57.7"	12°54'0.2"	8/6/2013	Đỗ Văn Tứ	178	Sông, Đồi núi
2		Buôn Đôn, Đắk Lắk	107°46'28.3"	12°51'48.1"	9/6/2013	Đỗ Văn Tứ	185	Sông, Đồi núi
3		Đắk Glong, Đắk Nông	107° 58' 59.625"	11° 49' 9.228"	2/7/2017	Đỗ Văn Tứ	774	Suối, Đồi núi
4		Đắk Glei, Kon Tum	107° 43' 43.428"	14° 57' 59.207"	30/6/2017	Đỗ Văn Tứ	644	Suối, Đồi núi
5		Dak Mil, Đắk Nông	107°43'28.4"	12°26'58.1"	15/12/2018	Đỗ Văn Tứ	549	Thủy điện, Đồi núi
6		Mộc Châu, Sơn La	104° 31' 13.865"	20° 43' 55.547"	24/2/2018	Đỗ Văn Tứ	969	Suối, Đồi núi
7		Bình Phước	107° 11' 56.0"	12° 5' 50.921"	28/5/2018	Đỗ Văn Tứ	349	Suối, Đồi núi
8		Thuận Hòa, Bình Thuận	108° 6' 41.064"	11° 15' 50.046"	9/3/2018	Đỗ Văn Tứ	207	Suối, Đồi núi
9		Thuận Hòa, Bình Thuận	108° 6' 41.358"	11° 15' 49.661"	9/3/2018	Đỗ Văn Tứ	209	Suối, Đồi núi
10		Tanh Linh, Bình Thuận	107° 45' 29.831"	10° 59' 51.419"	9/3/2018	Đỗ Văn Tứ	196	Suối, Đồi núi
11		Tri Tôn, An Giang	104°59'56.5"	10°23'28.9"	24/5/2018	Đỗ Văn Tứ	29	Hồ, Dân Cư, Đồi núi
12	<i>Không thu được mẫu tôm riu Atyidae</i>	Sin Hồ, Lai Châu	103° 10' 5.597"	22° 12' 59.525"	1/5/2018	Đỗ Văn Tứ	222	Sông, Đồng bảas
13		Mường Tè, Lai Châu	102° 56' 22.998"	22° 11' 29.597"	1/5/2018	Đỗ Văn Tứ	929	Sông, Đồng bảas
14		Mường Tè, Lai Châu	102° 56' 22.751"	22° 11' 28.607"	1/5/2018	Đỗ Văn Tứ	531	Sông, Đồng bảas
15		Mường Tè, Lai Châu	102° 50' 39.282"	22° 22' 5.5559"	2/5/2018	Đỗ Văn Tứ	309	Sông, Đồng bảas
16		Mường Tè, Lai Châu	102° 39' 41.340"	22° 26' 15.1799"	2/5/2018	Đỗ Văn Tứ	388	Sông, Đồng bảas
17		Mường Tè, Lai Châu	102° 24' 31.103"	22° 25' 30.623"	2/5/2018	Đỗ Văn Tứ	478	Sông, Đồng bảas
18		Mường Nhé, Điện Biên	102° 24' 43.043"	22° 14' 42.827"	3/5/2018	Đỗ Văn Tứ	647	Sông, Đồng bảas
19		Điện Biên, Điện Biên	102° 54' 43.577"	21° 18' 7.991"	4/5/2018	Đỗ Văn Tứ	591	Sông, Đồng bảas
20		Điện Biên, Điện Biên	102° 59' 12.504"	21° 8' 50.3399"	4/5/2018	Đỗ Văn Tứ	639	Sông, Đồng bảas
21		Tam Đường, Lai Châu	103° 40' 2.244"	22° 19' 51.240"	29/4/2018	Đỗ Văn Tứ	770	Sông, Đồng bảas
22	Lai Châu, Lai Châu	103° 23' 16.907"	22° 16' 46.572"	29/4/2018	Đỗ Văn Tứ	226	Sông, Đồng bảas	

23	Phong Thổ, Lai Châu	103° 19' 33.479"	22° 31' 30.024"	30/4/2018	Đỗ Văn Tứ	284	Sông, Đồng bằng
24	Sa Thầy, Kon Tum	107°43'13.6"	14°26'03.4"	22/9/2019	Đỗ Văn Tứ	718	Dân Cư, Đồi núi
25	Sa Thầy, Kon Tum	107°43'12.1"	14°25'02.9"	23/9/2019	Đỗ Văn Tứ	752	Rừng, Đồi núi
26	Sa Thầy, Kon Tum	107°42'52.6"	14°26'02.8"	24/9/2019	Đỗ Văn Tứ	714	Rừng, Đồi núi
27	Sa Thầy, Kon Tum	107°42'49.9"	14°26'38.2"	24/9/2019	Đỗ Văn Tứ	765	Rừng, Đồi núi
28	Đắk Gle, Kon Tum	107°42'49.9"	14°26'38.2"	8/3/2019	Đỗ Văn Tứ	765	Rừng, Đồi núi
29	Đắk Gle, Kon Tum	107°48'22.0"	15°07'01.0"	7/3/2019	Đỗ Văn Tứ	951	Dân Cư, Đồi núi
30	Đắk Gle, Kon Tum	107°52'48.552"	15°9'23.088"	8/3/2019	Đỗ Văn Tứ	845	Rừng, Đồi núi
31	Đắk Gle, Kon Tum	107°49'14.207"	15°5'25.470"	9/3/2019	Đỗ Văn Tứ	1036	Rừng, Đồi núi
32	Đắk Gle, Kon Tum	107°47'35.5559"	15°12'20.910"	10/3/2019	Đỗ Văn Tứ	1077	Rừng, Đồi núi
33	Mang Yan, Gia Lai	108°18'51.6"	14°13'07.3"	9/3/2019	Dang Van Dong	1082	Rừng, Đồi núi
34	Nghĩa Hưng, Nam Định	106° 12' 24.4619"	20° 3' 52.6019"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng bằng
35	Hải Hậu, Nam Định	106° 13' 26.184"	20° 4' 0.372"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng bằng
36	Hải Hậu, Nam Định	106° 13' 26.25"	20° 4' 0.173"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	3	Sông, Đồng bằng
37	Hải Hậu, Nam Định	106° 13' 23.045"	20° 2' 41.940"	31/5/2020	Đỗ Văn Tứ	2	Sông, Đồng bằng
38	Vĩnh Cửu, Đồng Nai	107° 3' 39.1199"	11° 23' 5.093"	6/6/2020	Đỗ Văn Tứ	60	Sông, đồi núi
39	Vĩnh Cửu, Đồng Nai	105° 7' 19.380"	9° 40' 25.4159"	6/6/2020	Đỗ Văn Tứ	4	Sông, Đồng bằng
40	Quản Bạ, Hà Giang	104°59'36.51"	23°3'33.516"	13/10/2020	Đỗ Văn Tứ	958	Suối, Đồi núi
41	Bắc Quang, Hà Giang	104°49'55.896"	22°32'38.580"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	787	Suối, Đồi núi
42	Bắc Quang, Hà Giang	104°48'5.178"	22°33'13.542"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	782	Suối, Đồi núi
43	Bắc Quang, Hà Giang	104°47'42.593"	22°32'55.889"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	1083	Suối, Đồi núi
44	Bắc Quang, Hà Giang	104°49'34.463"	22°32'31.104"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	651	Suối, Đồi núi
45	Bắc Quang, Hà Giang	104°50'10.925"	22°31'49.211"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	368	Suối, Đồi núi
46	Bắc Quang, Hà Giang	104°49'34.362"	22°32'2.267"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	403	Suối, Đồi núi

47	Bắc Quang, Hà Giang	104°49'24.2999"	22°32'8.748"	12/10/2020	Đỗ Văn Tứ	384	Suối, Đồi núi
48	Hoàng Su Phì, Hà Giang	104°34'50.615"	22°47'29.009"	11/10/2020	Đỗ Văn Tứ	1045	Suối, Đồi núi
49	Hoàng Su Phì, Hà Giang	104°34'41.418"	22°46'50.729"	11/10/2020	Đỗ Văn Tứ	838	Suối, Đồi núi
50	Hoàng Su Phì, Hà Giang	104°34'38.478"	22°46'49.626"	11/10/2020	Đỗ Văn Tứ	820	Suối, Đồi núi
51	Xí Mần, Hà Giang	104°35'25.115"	22°45'22.308"	11/10/2020	Đỗ Văn Tứ	499	Suối, Đồi núi
52	U Minh Thượng, Kiên Giang	105°6'30.809"	9°38'56.574"	15/6/2020	Đỗ Văn Tứ	0	Suối, Đồi núi
53	U Minh Thượng, Kiên Giang	105°6'14.723"	9°38'41.447"	15/6/2020	Đỗ Văn Tứ	1	Suối, Đồi núi
54	U Minh Thượng, Kiên Giang	105°7'34.368"	9°35'29.525"	15/6/2020	Đỗ Văn Tứ	1	Suối, Đồi núi
55	U Minh Thượng, Kiên Giang	105°7'40.745"	9°36'1.116"	15/6/2020	Đỗ Văn Tứ	3	Suối, Đồi núi
56	Quy Nhơn, Bình Định	109°13'6.288"	13°41'16.499"	27/8/2020	Đỗ Văn Tứ	140	Suối, Đồi núi
57	Vĩnh Cửu, Đồng Nai	107° 5' 47.795"	11° 28' 20.082"	9/10/2020	Đỗ Văn Tứ	82	Suối, Đồi núi
58	Vĩnh Cửu, Đồng Nai	107° 6' 18.216"	11° 24' 42.137"	10/10/2020	Đỗ Văn Tứ	73	Suối, Đồi núi
59	Đồng Phú, Bình Phước	107° 0' 42.923"	11° 20' 54.786"	11/10/2020	Đỗ Văn Tứ	45	Suối, Đồi núi
60	Vĩnh Cửu, Đồng Nai	107° 8'7.511"	11° 21'0.599"	13/10/2020	Đỗ Văn Tứ	78	Suối, Đồi núi
61	Vĩnh Cửu, Đồng Nai	107° 7'46.134"	11° 21'1.752"	13/10/2020	Đỗ Văn Tứ	81	Suối, Đồi núi
62	Vĩnh Cửu, Đồng Nai	106° 58'1.805"	11° 9'8.345"	14/10/2020	Đỗ Văn Tứ	12	Suối, Đồi núi
63	Vĩnh Cửu, Đồng Nai	106° 57'47.226"	11° 11'9.701"	15/10/2020	Đỗ Văn Tứ	19	Suối, Đồi núi
64	Thường Xuân, Thanh Hóa	105°14'25.222"	19°53'23.861"	13/10/2021	Đỗ Văn Tứ	136	Rừng, Đồi núi
65	Bắc Bình, Bình Thuận	108°25'24.7"	11°03'58.9"	28/3/2021	Đỗ Văn Tứ	33	Hồ, Dân Cư
66	Đức Trọng, Lâm Đồng	108°15'52"	11°41'27"	12/4/2022	Phan Thi Yen	838	Suối, Đồi núi
67	Tùa Chùa, Điện Biên	103°26'57.065"	21°51'52.043"	12/4/2022	Đỗ Văn Tứ	826	Suối, Đồi núi
68	Tùa Chùa, Điện Biên	103°18'8.213"	21°52'58.271"	13/4/2022	Đỗ Văn Tứ	371	Suối, Đồi núi
69	Mường Chà, Điện Biên	103°15'15.564"	21°55'47.826"	13/4/2022	Đỗ Văn Tứ	229	Suối, Đồi núi

70	Điện Biên, Điện Biên	102°59'17.400"	21°9'59.009"	15/4/2022	Đỗ Văn Tứ	621	Suối, Đồi núi
71	Điện Biên, Điện Biên	102°59'22.53"	21°8'46.020"	15/4/2022	Đỗ Văn Tứ	704	Suối, Đồi núi
72	Điện Biên, Điện Biên	102°55'19.254"	21°18'34.145"	14/4/2022	Đỗ Văn Tứ	443	Suối, Đồi núi
73	Điện Biên, Điện Biên	102°59'22.973"	21°9'55.619"	15/4/2022	Đỗ Văn Tứ	620	Suối, Đồi núi
74	Khánh Vinh, Khánh Hòa	108°46'27.773"	12°13'11.963"	4/5/2022	Đỗ Văn Tứ, Thomas von Rintelen	405	Suối, Đồi núi
75	Tam Đường, Lai Châu	103°46'34.745"	22°20'29.801"	21/7/2022	Đỗ Văn Tứ	2003	Suối, Đồi núi
76	Sa Pa, Lào Cai	103°53'21.2"	22°15'18.0" E	24/7/2022	Đỗ Văn Tứ	15045	Suối, Đồi núi
77	Bắc Yên, Sơn La	104°28'31.015"	21°19'3.333"	4/3/2023	Phan Thị Yến	1,448	Đập, Đồi núi
78	Bắc Yên, Sơn La	104°30'30.769"	21°18'25.731"	4/3/2023	Phan Thị Yến	1485	Suối, Đồi núi
79	Bắc Yên, Sơn La	104°30'30.753"	21°18'25.85"	4/3/2023	Phan Thị Yến	1503	Suối, Đồi núi
80	Bắc Yên, Sơn La	104°30'28.158"	21°20'29.553"	4/3/2023	Phan Thị Yến	1680	Suối, Đồi núi
81	Phù Yên, Sơn La	104°31'26.352"	21°13'41.232"	4/3/2023	Phan Thị Yến	315	Suối, Đồi núi
82	Mộc Châu, Sơn La	104°35'54.268"	20°49'21.803"	4/2/2023	Phan Thị Yến	250	Suối, Đồi núi
83	Tân Sơn, Phú Thọ	104°57'19.129"	21°6'36.09256"	30/4/2023	Phan Thị Yến	502	Suối, Đồi núi

**PHỤ LỤC 5. HÌNH ẢNH MẪU VẬT SỐNG
CỦA MỘT SỐ LOÀI TÔM HỌ ATYIDAE**



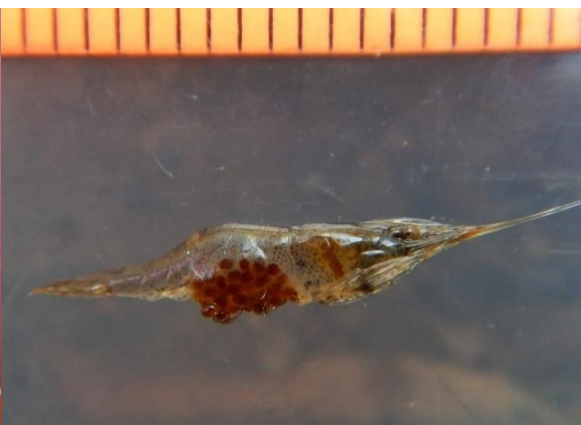
Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina cantonensis* Yu, 1938



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina lanceifrons* Yu, 1936



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *C. cantonensis* Yu, 1938



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina excavatooides* Johnson, 1961



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina gracilipes* De Man, 1892



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina gracillima*
Lanchester, 1901



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina haivanensis* Do & Dang, 2010



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina johnsoni* ở
Việt Nam



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina rubropunctata* Dang & Do, 2007



Ảnh chụp mẫu vật sống loài *Caridina namdat*
Do, Dang & von Rintelen, 2021



Ảnh chụp mẫu vật sống của *Caridina pseudoserrata* Dang & Do, 2007