

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 Yên

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

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ SINH HỌC
NGÀNH: ĐỘNG VẬT HỌC**

Mã số: 9 42 01 03

Hà Nội – 2024

Công trình được hoàn thành tại: Học viện Khoa học và Công nghệ
- Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Người hướng dẫn khoa học 1: TS. Đỗ Văn Tứ

Người hướng dẫn khoa học 2: TS. Nguyễn Thị Phương Trang

Phản biện 1: PGS. TS. Trần Đức Hậu

Phản biện 2: PGS. TS. Trần Anh Đức

Phản biện 3: PGS. TS. Thái Thanh Bình

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án tiến sĩ cấp
Học viện, họp tại Học viện Khoa học và Công nghệ - Viện Hàn lâm
Khoa học và Công nghệ Việt Nam vào hồi ... giờ ..', ngày ... tháng
... năm 20....

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Học viện Khoa học và Công nghệ
- Thư viện Quốc gia Việt Nam

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Họ tôm Atyidae (tôm riu) là nhóm sinh vật cổ [1] có độ đa dạng cao với khoảng 469 loài. Đây là họ tôm có phân bố ở mọi vùng địa lý động vật, ngoại trừ vùng cực [2]. Vùng Đông Nam Á (bao gồm 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].

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 biện pháp bảo tồn hiệu quả. 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 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.

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*

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

Tôm riêu- *Atyidae* là họ duy nhất trong liên họ *Atyoidea*, thuộc bộ Mười chân- *Decapoda*, lớp Giáp xác lớn- *Malacostraca*, ngành Chân khớp- *Arthropoda*. một họ tôm nước ngọt, xuất hiện ở tất cả các vùng nhiệt đới và hầu hết các vùng ôn đới. Hầu hết những cá thể trưởng thành của họ tôm này giới hạn trong nước ngọt [4]. 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 [5].

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

Quốc gia	Số loài trong họ <i>Atyidae</i>	Số loài thuộc giống <i>Caridina</i>
Trung Quốc	147	103
Ấn Độ	31	31
Thái Lan	15	15
In đô nê xi a	62	
Xin-ga-po và Ma-lay-xi a	14	13
Phi lip pin	36	29

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

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*.

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, vv. để gia tăng mức độ tin cậy.

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

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

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

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.

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

1.2.1. Tổng quan các nghiên cứu về thành phần 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*; 1 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

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

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

CHƯƠNG 2. ĐỐI TƯỢNG, ĐỊA ĐIỂM, THỜI GIAN 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.

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

2.2.3. 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, v.v. [73].

2.2.3.2. Phân tích sinh học phân tử

Mô cơ bụng của các mẫu tôm Atyidae được bảo quản trong cồn 70 độ. DNA 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 (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

2.2.3.3. Phương pháp xây dựng khóa định loại

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

Tất cả các loài tôm Atyidae được ghi nhận ở Việt Nam được đánh giá theo các thứ hạng và tiêu chuẩn của IUCN 2022 [79]. 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).

CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Thành phần loài và đặc điểm chẩn loại tôm Atyidae ở Việt Nam

3.1.1. Thành phần loài 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.

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]

Có 15 loài mới chỉ ghi nhận tại Việt Nam (chiếm 46,88%): *Caridina cucphuongensis*, *C. pseudoserrata*, *C. rubropunctata*, *C. clinata*, *C. nguyenii*, *C. caobangensis*, *C. haivanensis*, *C. tricineta*, *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:

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

(1) *Caridina cantonensis* Yu, 1938

Caridina cantonensis Yu, 1938:

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

Nhận xét: 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 [84]. 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

Nhận xét: Các mẫu vật thu được có đặc điểm hình thái phù hợp với mô tả về *Caridina caobangensis* của Li & Liang, 2002

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

Nhận xét: Các mẫu vật thu được có đặc điểm hình thái phù hợp với mô tả *Caridina clinata* của Cai và cộng sự (1999) [86]

(4) *Caridina cucphuongensis* Dang, 1980

Caridina serrata cucphuongensis Dang, 1980: 404 - 405;

Nhận xét: Các mẫu vật thu được có đặc điểm hình thái phù hợp với mô tả *Caridina cucphuongensis* của Dang, 1980

(5) *Caridina excavatoides* Johnson, 1961

Caridina excavatoides Johnson, 1961:

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài giống mô tả *Caridina excavatoides* Johnson, 1961 [90].

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.

(6) *Caridina gracilipes* De Man, 1892

Synonym: *C. nilotica* var. *Bengalensis*, De Man (1908), *C. acuticaudata* Dang, 1975.

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* [20].

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 ông và

cộng sự sau này [64,69,93]. Đặng Ngọc Thanh & 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. Phân tích di truyền dựa trên đoạn gen 16S, các mẫu *C. gracilipes* thu được ở Việt Nam với mẫu thu được ở Sulaweisi In-đô-nê-xi-a (được công bố trên Genbank) tạo thành một nhánh riêng biệt (**Error! Reference source not found.**).

(7) *Caridina gracillima* Lanchester, 1901

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài *Caridina gracillima* Lanchester, 1901 [94].

(8) *Caridina gracilirostris* De Man, 1892

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

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

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài *Caridina haivanensis* của tác giả Đỗ Văn Tứ và Đặng Ngọc Thanh (2010).

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

Nhận xét: Đặc điểm hình thái mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *C. johnsoni* của Cai, Ng & Choy (2007) [96].

Đặng Ngọc Thanh và Hồ Thanh Hải (2012) có mô tả loài *C. propinqua*, có nhiều đặc điểm về chùy, công thức răng chùy, 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 [96][91][91]. 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*.

(11) *Caridina lanceifrons* Yu, 1936

Synonym: *Caridina flavilineata* Dang, *Caridina vietriensis* Dang & Do, 2007, *Caridina pseudoflavilineata* Do & Dang

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 [9,83,98].

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) [9,83,98]. Ba loài bao gồm *C. flavilineata* Dang, 1975, *C. vietriensis* và *C. pseudoflavilineata* Do & Dang, 2010 [70] được coi là tên đồng danh (synonym) của *Caridina lanceifrons*.

(12) *Caridina macrophora* Kemp, 1918

Synonym: *Caridina subnilotica* Dang, 1975

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của các mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *C. macrophora* của Kemp (1918) [95].

(13) *Caridina mertoni* Roux, 1911

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả của Roux, 1911 [102] và de Mazancourt và cộng sự [103].

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

Nhận xét: Hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *Caridina namdat* của Do et al. (2021) [73].

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

Nhận xét: Đặc điểm hình thái mẫu vật nghiên cứu phù hợp mô tả loài *Caridina nguyeni* Li & Liang, 2002 [101].

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

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].

(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][96].

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài *Caridina peninsularis* của Kemp (1918) [95].

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

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

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

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật giống mô tả loài *Caridina serrata* Stimpson, 1860 [105]. 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 16 S) 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 1 loài.

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

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *Caridina temasek* Choy & Ng, 1991 [106].

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

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả của Đỗ Văn Tứ và cộng sự (2021) [35].

(23) *Caridina tonkinensis*, Bouvier, 1919

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

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

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

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

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

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật phù hợp với mô tả loài *Caridina typus* H. Milne Edwards, 1837 [110].

(26) *Caridina weberi* De Man, 1892

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

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

Caridina weberi var. *sumatrensis* De Man, 1892

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 [20].

(28) *Caridina* sp.1

Nhận xét: *Caridina* sp.1 có thể được xếp vào nhóm *C. serrata* vì có các đặc điểm như chùy ngắn, gai râu vượt quá đốt gốc cuống râu 1, 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: chùy 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 chủy (dài đến đốt II cuống râu so với dài tới cuối đốt gốc cuống râu) công thức răng chủy ($5 - 11 + 4 - 6/0 - 2$ 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

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 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 [101]. 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) [101], 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 gập lại.

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. 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%.

(30) *Caridina* sp.3

Nhận xét: *Caridina* sp.3 giống ở hình dáng chủy và chân bơi I của con đực *C. pacbo* [72]. Tuy nhiên có thể phân biệt 2 loài này qua công thức

răng chủy (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 còng I mảnh hơn (chiều dài bằng 2,39 - 2,67 lần chiều rộng so với chiều dài 2,75 - 3,8 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*.

(31) *Caridina* sp.4

Nhận xét: *Caridina* sp.4 khá giống *C. nguyenii* về hình dáng chủy và chân bơi 1 con đực [67]. Tuy nhiên, có thể phân biệt 2 loài này ở công thức chủy (3 - 9 so với 9 - 12), răng ở dưới chủy 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); tấm nhọn nhánh ngoài chân đuôi (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 cần phân tích thêm các gen khác để đánh giá chính xác hơn về quan hệ giữa các loài này.

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

Đặc điểm nhận dạng giống giống *Neocaridina* Kubo, 1938:

Phân bố: Đông Nam Á.

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

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

Nhận xét: Đặc điểm hình thái của mẫu vật nghiên cứu phù hợp với mô tả loài *Neocaridina palmata palmata* của Shen với [99].

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) [100]. Sau đó, Đặng Ngọc Thanh và các cộng sự đã chuyển loài *C. vietnamensis* sang giống *Neocaridina* (*N. vietnamensis*) [69,71,93]. Li & Liang (2002) đã dựa vào phân loại của Cai (1996) xem *C. denticulata vietnamensis* như là synonym của *N. palmata palmata* (Shen, 1948) [101]. Tuy nhiên Đặng Ngọc Thanh và Đỗ Văn Tứ (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 - 1,25 × 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 [9]. 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:

Phân bố: Đông Nam Á [82].

Loài chuẩn: *Atya spinipes* Newport, 1847

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

Atya moluccensis De Haan, 1849

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

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* [13]

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%.

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.

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

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

I	Đốt ống (carpus) của càng I và II giống nhau.	<i>Atyopsis</i>
	Phân kẹp không có bàn	(<i>A. moluccensis</i>)
II	Đốt ống của càng I và II khác nhau. Phân kẹp có bàn	II
	Đốt gốc của càng II có một gai cong. Nhánh trong chân bơi I con đực phình rộng thành hình trái lê, mặt lưng có gai, phần phụ trong ở phía góc mép trong	<i>Neocaridina</i> (<i>N. palmata</i> <i>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>
<i>Khóa định loại cho các loài thuộc giống Caridina đã được ghi nhận ở Việt Nam</i>		
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 chủy 5 - 12 + 2 - 6/0 - 3, gai râu dài tới giữa đốt 2 cuống râu; đốt đùi ở càng 1 chiều dài bằng 2,75 - 3,8 lần chiều rộng.	<i>Caridina pacbo</i>
	công thức răng chủy 0 - 8 + 0 - 4/0 - 2, gai râu đa số dài tới cuối đốt gốc cuống râu I, đôi khi dài tới đầu đốt 2 cuống râu, đốt đùi ở càng 1 bằng 2,39 - 2,67 lần chiều rộng	<i>Caridina sp.3</i>
7	Chủy không tới giữa đốt II cuống râu I	8
	Chủy dài tới hoặc quá giữa đốt II cuống râu I	9
8	Chủy hơi cong xuống, công thức răng chủy 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>
	Chủy thẳng, công thức răng chủy 0 - 4 + 3 - 10/0 - 2; gai cuống râu chỉ dài tới chóm 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	Chủy dài tới cuối cuống râu 1, công thức răng chủy chủy $(11 - 14 + 9 - 12)/5$, gai râu dài tới giữa đốt thứ 2 cuống râu 1 hoặc có thể dài hơn	<i>Caridina nguyeni</i>	
	Chủy dài tới đầu đốt thứ 3 cuống râu 1, công thức răng chủy $2 - 7 + 3 - 9/0 - 2$, 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 chủy có 3 - 5 răng; mép ngọn của nhánh trong chân bơi I con đực gập lại; tám nhọn ngoài chân đuôi có 15 - 18 tơ cứng dạng gai	<i>Caridina cantonensis</i>	
	Mép bụng của chủy có 0 - 2 răng; mép ngọn của nhánh trong chân bơi I con đực thẳng; tám nhọn ngoài chân đuôi có 19 - 22 tơ cứng dạng gai		13
13	Chủy dài tới giữa đốt II cuống râu I	<i>C. pseudoserrata</i>	
	Chủy 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>C. caobangensis</i>	
	Phần phụ trong của chân bơi thứ II con đực dài bằng 0,6 lần chiều dài phần phụ đực	<i>Caridina sp. 2</i>	
15	Chủy 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 $0,53 - 0,59 \times 0,84 - 0,93$ 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 xíchma, 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 $0,40 - 0,42 \times 0,25 - 0,30$ mm	<i>Caridina peninsularis</i>
	Chủy thường có từ 4 - 6 răng trên giáp đầu ngực; kích thước trứng lớn $0,80 - 0,90 \times 0,50 - 0,60$ 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. tricincta*, *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.

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.

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

a. Phân bố theo địa hình cảnh quan

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

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

b. Phân bố theo độ cao

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, 23 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), 14 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. typus*, *Atyopsis moluccensis*, *Neocaridina palmata palmata*) ở mức Ít lo ngại (LC) và 1 loài (*C. serrata*) ở mức Gần bị đe dọa (NT).

Kết quả đánh giá về tình trạng 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%

3.3.3. Đề xuất biện pháp bảo tồn

Với các nhóm loài có phân bố rộng

Với một số loài đặc hữu có khu vực phân bố hẹp

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

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 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.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH CÔNG BỐ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

A. BÀI BÁO QUỐC TẾ

1. Do Van Tu, Kristina von Rintelen, Werner Klotz, Le Hung Anh, Tran Anh Tuan, Dang Van Dong, **Phan Thi Yen**, Nguyen Tong Cuong, Hoang Ngoc Khac, Phan Doan Dang, Thomas von Rintelen (2021). 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. **Phan Thi Yen**, Werner Klotz, Thomas von Rintelen, Dang Van Dong, Do Van Tu (2021). 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. Phan Doãn Đăng, Lê Hùng Anh, **Phan Thị Yến**, Nguyễn Văn Tú, Nguyễn Xuân Đồng, Đỗ Văn Tứ*, 2021. 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.