

BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



TRẦN ĐỨC DIỄN

**ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH SẢN, DINH DƯỠNG,
PHÂN BỐ VÀ THÀNH PHẦN LOÀI CỦA GIỐNG CÁ
NGOẠI LAI *Pterygoplichthys* Ở VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ THỦY SINH VẬT HỌC

KHÁNH HÒA - 2023

BỘ GIÁO DỤC
VÀ ĐÀO TẠO

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC
VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



TRẦN ĐỨC DIỄN

**ĐẶC ĐIỂM HÌNH THÁI, SINH SẢN, DINH DƯỠNG,
PHÂN BỐ VÀ THÀNH PHẦN LOÀI CỦA GIỐNG CÁ
NGOẠI LAI *Pterygoplichthys* Ở VIỆT NAM**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ THỦY SINH VẬT HỌC

Mã số: 9 42 01 08

Xác nhận của Học viện
Khoa học và Công nghệ

Giáo viên hướng dẫn 1

Giáo viên hướng dẫn 2



**KT. GIÁM ĐỐC
PHÓ GIÁM ĐỐC**

Nguyễn Thị Trung

TS. Stolbunov I. A.

TS. Huỳnh Minh Sang

KHÁNH HÒA - 2023

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu khoa học của riêng tôi. Kết quả trình bày trong các nội dung của luận án là trung thực, khách quan, nghiêm túc. Phần lớn các kết quả đã được công bố trên các tạp chí uy tín danh mục SCIE, Scopus thuộc nhà xuất bản Springer Nature.

Khánh Hòa, tháng 8 năm 2023

Tác giả luận án



Trần Đức Diễn

LỜI CẢM ƠN

Trong suốt quá trình nghiên cứu, học tập, thực hiện chương trình nghiên cứu sinh, tôi đã nhận được nhiều sự quan tâm, động viên, giúp đỡ của đơn vị, cơ sở đào tạo, quý thầy cô, các cộng sự, đồng nghiệp, gia đình và bạn bè.

Đầu tiên, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới Thường vụ Đảng ủy Trung tâm Nhiệt đới Việt – Nga và Đảng ủy Chi nhánh Ven biển đã tạo mọi điều kiện thuận lợi cho tôi trong quá trình học tập và thực hiện các đề tài nghiên cứu. Cảm ơn sự hợp tác, giúp đỡ của Viện Hàn lâm Khoa học Liên bang Nga (Viện Sinh thái Tiến hóa, Viện Sinh học nước nội địa Papanin) và trường Đại học MSU trong quá trình thực hiện các nghiên cứu.

Tôi cũng xin bày tỏ lòng biết ơn tới lãnh đạo Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hải dương học – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã tạo mọi điều kiện thuận lợi nhất cho tôi trong quá trình học nghiên cứu sinh. Cảm ơn quý thầy cô của cơ sở đào tạo đã tận tình chỉ dạy, giúp tôi củng cố kiến thức về chuyên ngành Thủy sinh vật học.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới TS. Stolbunov I.A., TS. Huỳnh Minh Sang đã hướng dẫn tôi trong quá trình thực hiện luận án. Các thầy đã tận tình hướng dẫn phương pháp nghiên cứu của các nội dung khoa học trong luận án. Cảm ơn TS. Pavlov E. D., TS. Ganzha E. D., (Viện Sinh thái Tiến hóa, Nga), TS. Gusakov V.A., TS. Karabanov D. P., (Viện Sinh học nước nội địa Papanin, Nga), TS. Samoilov K. Yu., (Đại học MSU, Nga), TS. Armbruster J. W., (Đại học Auburn, Mỹ), TS. Đinh Văn Khương, TS. Đặng Thúy Bình (Đại học Nha Trang), TS. Đặng Thị Sao Mai (Phân viện Thú y miền Trung), các đồng nghiệp ở Chi nhánh Ven biển đã giúp đỡ và cùng thực hiện các nội dung của luận án.

Cảm ơn sâu sắc tới Quỹ đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF) đã cung cấp học bổng nghiên cứu sinh cho tôi. Cảm ơn sự giúp đỡ, tạo điều kiện của Phòng Sinh thái Nhiệt đới và các Phòng Ban chức năng ở Chi nhánh Ven biển. Xin gửi những lời cảm ơn chân tình nhất tới ngư dân địa phương, những người đã giúp đỡ, hỗ trợ thu mẫu trong quá trình thực hiện nghiên cứu.

Nhân dịp này, cho phép tôi được gửi lời cảm ơn tới quý thầy cô, các chuyên gia đã dành thời gian tham gia hội đồng các cấp với những góp ý sâu sắc, giúp tôi chỉnh sửa và hoàn thiện luận án của mình.

Cuối cùng, tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới gia đình, bạn bè, người thân đã luôn động viên, ủng hộ và giúp đỡ tôi hoàn thành luận án này. Đặc biệt, cảm ơn vợ tôi, người đã động viên về tinh thần, sắp xếp cho tôi quỹ thời gian quý báu để học tập, nghiên cứu và làm việc.

Khánh Hòa, tháng 8 năm 2023

Tác giả luận án



Trần Đức Diên

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iv
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	vi
DANH MỤC BẢNG.....	viii
DANH MỤC HÌNH	ix
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1.TỔNG QUAN	
1.1. Một số đặc điểm sinh học cá Tỳ bà giống <i>Pterygoplichthys</i>	4
1.1.1. Giới thiệu về cá Tỳ bà giống <i>Pterygoplichthys</i>	4
1.1.2. Vị trí phân loại	4
1.1.3. Thành phần loài.....	5
1.1.4. Phân bố.....	10
1.1.5. Đặc điểm dinh dưỡng.....	11
1.1.6. Đặc điểm sinh trưởng.....	15
1.1.7. Đặc điểm sinh học sinh sản.....	16
1.2. Tác động của giống cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i>	19
1.2.1. Tác động tới sinh thái và môi trường.....	19
1.2.2. Tác động tới kinh tế - xã hội và con người	24
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	
2.1. Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu	29
2.1.1. Đối tượng	29
2.1.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu	29
2.2. Phương pháp nghiên cứu.....	31
2.2.1. Phương pháp thu mẫu	31
2.2.2. Phương pháp bảo quản và vận chuyển mẫu.....	32
2.2.3. Phương pháp xác định các thông số môi trường cơ bản của thủy vực .	32
2.2.4. Phương pháp xác định phân bố của cá Tỳ bà	33
2.2.5. Phương pháp thu thập các chỉ tiêu hình thái	33
2.2.6. Phương pháp xác định thành phần loài.....	34

2.2.7. Phương pháp đo kích thước, cân khối lượng và xác định tương quan giữa chiều dài - khối lượng	37
2.2.8. Phương pháp xác định một số đặc điểm sinh học sinh sản.....	38
2.2.9. Phương pháp xác định đặc điểm dinh dưỡng.....	40
2.3. Phương pháp xử lý số liệu.....	41
CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN	
3.1. Phân bố của cá Tỳ bà giống <i>Pterygoplichthys</i> ở miền Nam Việt Nam ...	43
3.2. Đặc điểm hình thái và thành phần loài của giống cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> ở miền Nam Việt Nam.	49
3.2.1. Đặc điểm hình thái của giống cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i>	49
3.2.2. Thành phần loài của giống cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i>	53
3.2.2.1. Định danh, xác định thành phần loài bằng phương pháp hình thái ...	53
3.2.2.2. Định danh, xác định thành phần loài bằng phương pháp di truyền phân tử.....	63
3.3. Kích thước, tương quan giữa chiều dài - khối lượng và sinh học sinh sản của cá Tỳ bà <i>P. disjunctivus</i> ở sông Dinh và hồ Suối Trầu	67
3.3.1. Kích thước của cá Tỳ bà ở sông Dinh và hồ Suối Trầu	67
3.3.2. Tương quan giữa chiều dài – khối lượng	69
3.3.3. Tỷ lệ giới tính.....	73
3.3.4. Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục cái	73
3.3.5. Mùa vụ sinh sản	76
3.3.6. Kích thước thành thục sinh dục lần đầu.....	77
3.3.7. Sức sinh sản.....	78
3.3.8. Đường kính trứng.....	79
3.3.9. Tương quan giữa sức sinh sản và kích thước cơ thể.....	81
3.4. Đặc điểm dinh dưỡng.....	82
CHƯƠNG 4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	
4.1. Kết luận	91
4.2. Kiến nghị.....	92
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ.....	93
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	94

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

Avtg	Advanced vitellogenic oocyte - Trứng ở giai đoạn noãn hoàng cực đại
BI	Bayesian inference
COI	Cytochrome Oxidase Subunit I
Cyt-b	Cytochrome b
D	Distance – Khoảng cách
DNA	Deoxyribonucleic acid
Evtg	Early vitellogenic oocyte – Trứng ở giai đoạn sớm của quá trình tạo noãn hoàng
F_a	Absoluted Fecundity – Sức sinh sản tuyệt đối
F_{ab}	Batch Absoluted Fecundity – Sức sinh sản tuyệt đối cho lần đẻ thứ nhất
F_{at}	Total Absoluted Fecundity – Tổng sức sinh sản tuyệt đối
Glu	Glutamine
GPS	Global positioning system – Hệ thống định vị toàn cầu
GSI	Gonado Somatic Index – Hệ số thành thực sinh dục
L_s	Standard Length – Chiều dài chuẩn
L_t	Total Length – Chiều dài tổng
ML	Maximum likelihood
NCBI	National Center for Biotechnology Information – Trung tâm thông tin Công nghệ sinh học Quốc gia (Hoa Kỳ)
PCR	Polymerase Chain Reaction – Phản ứng chuỗi polymerase
PG	Primary growth oocyte – Noãn nguyên bào
RF	Relative Fecundity – Sức sinh sản tương đối
RF_b	Sức sinh sản tương đối cho lần đẻ thứ nhất
RF_t	Tổng sức sinh sản tương đối
RLG	Tương quan giữa chiều dài ống tiêu hóa và chiều dài toàn thân
RNA	Acid ribonucleic

TT-BTNMT	Thông tư của Bộ Tài nguyên và Môi trường
W_g	Weight of Gonad – Khối lượng tuyến sinh dục
W_s	Weight of sample – Khối lượng mẫu được đếm
W_t	Total Weight – Khối lượng toàn thân
W_{wi}	Weight without internal – Khối lượng bỏ nội quan

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Thành phần loài cá Tỳ bà thuộc giống <i>Pterygoplichthys</i>	5
Bảng 1.2: Khóa phân loại (tới loài) cá Tỳ bà thuộc giống <i>Pterygoplichthys</i> ...	6
Bảng 1.3: Thành phần loài và phân bố của các loài cá Tỳ bà giống <i>Pterygoplichthys</i> ở Việt Nam.....	11
Bảng 1.4: Tham số tương quan giữa chiều dài và khối lượng của cá Tỳ bà ($W=aL^b$).....	15
Bảng 2.1: Thời gian, địa điểm và số lượng mẫu thu thập cho việc thực hiện các nội dung nghiên cứu.....	29
Bảng 3.1: Tỷ lệ phân bố của cá Tỳ bà ở các vùng địa lý	45
Bảng 3.2: Chiều dài chuẩn và khối lượng cá Tỳ bà đánh bắt được ở các trạm thu mẫu có độ mặn khác nhau ở cửa sông Đà Rằng, Phú Yên	47
Bảng 3.3: Một số chỉ tiêu đếm cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> spp. so với các nghiên cứu trước đây.....	51
Bảng 3.4: Chiều dài và số lượng răng ở hai mẫu cá có kích thước giống nhau	53
Bảng 3.5: Kết quả phân tích phân biệt hình thái của cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> spp.	60
Bảng 3.6: Ma trận phân loại cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> spp. thu được ở miền Nam Việt Nam theo các đặc điểm hình thái.	62
Bảng 3.7: Tương quan giữa chiều dài và khối lượng <i>P. disjunctivus</i>	72
Bảng 3.8: Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục cái của <i>P. disjunctivus</i>	73
Bảng 3.9: Các thông số sinh sản của cá Tỳ bà <i>P. disjunctivus</i> tại sông Dinh và hồ Suối Trâu tỉnh Khánh Hòa	80
Bảng 3.10: Chiều dài - khối lượng và các đặc điểm dinh dưỡng của cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> spp.	82
Bảng 3.11. Thành phần phổ thức ăn trong ống tiêu hóa của cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> spp. ở các thủy vực khác nhau và trong tổng số mẫu	88

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Nhú miệng của một số loài cá Tỳ bà.....	8
Hình 1.2: Mặt bụng của cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> sp. (không còn các đường vân hay các đốm trên mặt bụng)	9
Hình 1.3: Kiểu hình trên đầu (hai bên má) của loài cá Tỳ bà <i>P. disjunctivus</i> trưởng thành ở miền Nam Việt Nam	9
Hình 1.4: Bản đồ phân bố toàn cầu các loài cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> spp.....	10
Hình 1.5: Cơ quan tiêu hóa của cá Tỳ bà (≈ 500 cm)	14
Hình 1.6: Các hang ở thủy vực được cá Tỳ bà <i>P. disjunctivus</i> đào làm tổ....	16
Hình 2.1: Địa điểm nghiên cứu	30
Hình 2.2: Các loại ngư cụ thường đánh bắt cá Tỳ bà.....	31
Hình 2.3: Các mặt chụp hình của cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> sp.....	33
Hình 3.1: Phân bố của cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> ở miền Nam Việt Nam và vị trí các thủy vực được khảo sát	43
Hình 3.2: Sơ đồ thu mẫu bằng lò thả đáy qua đêm (●●●) ở cửa sông Đà Rằng và độ mặn ở tầng đáy tại các vị trí thu mẫu.	46
Hình 3.3: Sơ đồ phân tầng độ mặn.....	48
Hình 3.4: Chú thích các vây cá Tỳ bà	49
Hình 3.5: Ảnh X - Quang của cá Tỳ bà.....	50
Hình 3.6: Phân bố theo nhóm các chỉ tiêu đo theo chức năng phân biệt thứ nhất (F1 - Root 1) và thứ hai (F2 - Root 2) của cá Tỳ bà <i>Pterygoplichthys</i> spp. thu được từ các thủy vực khác nhau.....	52
Hình 3.7: Các kiểu hình thái mặt bụng của cá Tỳ bà.....	54
Hình 3.8: Các dạng nền và kiểu vân ở cá Tỳ bà loài <i>P. disjunctivus</i>	55
Hình 3.9: Một số kiểu vân bụng của <i>P. pardalis</i> (P1 – P8) ở miền Nam Việt Nam	56
Hình 3.10: Một số kiểu vân bụng của <i>P. disjunctivus</i> (D1 – D6) ở miền Nam Việt Nam	57
Hình 3.11: Một số kiểu vân bụng của nhóm trung gian giữa hai loài <i>P. disjunctivus</i> x <i>P. pardalis</i> (H1- H6) ở miền Nam Việt Nam	58

Hình 3.12: Phân bố theo nhóm các chỉ tiêu đo (7 chỉ tiêu) và chỉ tiêu đếm (1 chỉ tiêu) của các loài thuộc giống <i>Pterygoplichthys</i> theo chức năng phân biệt thứ nhất (Root 1) và thứ hai (Root 2)..	59
Hình 3.13: Cây phát sinh loài cho tRNA-Glu – cyt-b – tRNA-Thr locus.	64
Hình 3.14. Mạng lưới Haplotype được xây dựng cho locus tRNA-Glu - cyt-b - tRNA-Thr.	66
Hình 3.15: Biểu đồ phân phối mật độ chiều dài tổng ở cá đực và cá cái <i>P. disjunctivus</i> tại sông Dinh và hồ Suối Trầu.	68
Hình 3.16: Boxplot (đường ngang ở hộp: trung vị, giá trị của phần tư thứ nhất và thứ 3, thanh đứng là giá trị biên trên và dưới; các chấm là các giá trị ngoại biên) về kiểm định Kruskal – Wallis chiều dài tổng của cá đực và cá cái <i>P. disjunctivus</i> ở sông Dinh và hồ Suối Trầu	69
Hình 3.17: Tương quan giữa chiều dài và khối lượng cơ thể cá Tỳ bà ở sông Dinh và hồ Suối Trầu.	70
Hình 3.18. Hình thái ngoài và cấu trúc mô học buồng trứng các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục của cá Tỳ bà.....	75
Hình 3.19. Tỷ lệ phần trăm thành thực sinh dục (III-V) theo tháng (Hình a) và sự thay đổi theo tháng chỉ số GSI (%) của cá Tỳ bà (Hình b)	76
Hình 3.20. Kích thước thành thực sinh dục lần đầu trên 50% (L_{50}) của cá Tỳ bà <i>P. disjunctivus</i>	77
Hình 3.21: Tương quan giữa sức sinh sản tuyệt đối (F_t , trứng) và khối lượng toàn thân (W_t , g). (a) – Sông Dinh; (b) – Hồ Suối Trầu. Tương quan giữa sức sinh sản tuyệt đối $\text{Log}(F_t)$ và chiều dài tổng $\text{Log}(L_t)$	81
Hình 3.22: Tương quan chiều dài ống tiêu hóa (L_i , cm) và chiều dài toàn thân (L_t) của cá Tỳ bà. Đường chấm cho biết khoảng tin cậy 95%.....	83
Hình 3.23: Tỷ lệ phần trăm độ phong phú (a) và sinh khối (b) của các nhóm động vật thu được trong phở thức ăn của cá Tỳ bà ở các thủy vực khác nhau.	84

MỞ ĐẦU

Đa dạng sinh học nói chung và đa dạng thủy sinh vật nói riêng đang bị đe dọa nghiêm trọng ở nhiều nơi trên thế giới. Sự di nhập của các loài ngoại lai và di cư được xác định là một trong năm nguyên nhân hàng đầu làm suy thoái đa dạng sinh học. Thực trạng này đang diễn ra ngày càng phổ biến trên toàn cầu, dẫn đến sự tuyệt chủng của nhiều loài, tác động tiêu cực tới các hệ sinh thái, ảnh hưởng tới kinh tế - xã hội và sức khỏe của con người.

Cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. có nguồn gốc từ Nam Mỹ đã được chứng minh là giống cá ngoại lai xâm hại ở nhiều nước trên thế giới, trong đó có Việt Nam. Hiện nay, nhóm cá ngoại lai này đã xâm hại nhiều thủy vực ở 21 quốc gia trên thế giới từ châu Á, châu Phi, châu Âu tới Bắc Mỹ. Do có khả năng thích nghi cao, tốc độ tăng trưởng nhanh, phổ thức ăn rộng, nên cá Tỳ bà thường ưu thế trong cạnh tranh với các loài bản địa về môi trường sống và thức ăn ở các thủy vực mà chúng xâm chiếm. Bên cạnh đó, chúng có thể gây ra những hậu quả tiêu cực đối với đa dạng sinh học và sinh kế của người dân thông qua việc làm mất cân bằng sinh thái, biến đổi thành phần loài thủy sinh vật, tác động tới các công trình thủy lợi và ngư cụ đánh bắt. Hơn thế nữa, cá Tỳ bà còn được xem là mối đe dọa nghiêm trọng đối với nghề cá nước ngọt ở châu Á, miền Bắc nước Mỹ và Mexico.

Ở Việt Nam, các vấn đề về sinh vật ngoại lai và sinh vật ngoại lai xâm hại đang ngày càng được quan tâm hơn. Tại Thông tư số 35/2018/TT-BTNMT ngày 28 tháng 12 năm 2018, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành danh mục 4 loài cá Tỳ bà xâm hại (trong số 6 loài cá xâm hại), gồm: *Pterygoplichthys pardalis*, *P. multiradiatus*, *P. disjunctivus*, *P. anisitsi*. Trên thực tế, cá Tỳ bà đã tự thiết lập quần thể trong tự nhiên, đang lấn chiếm nơi sinh sống, cạnh tranh thức ăn và gây hại đối với các sinh vật bản địa, có khả năng phát tán mạnh; có xu hướng hoặc đang gây mất cân bằng sinh thái tại các thủy vực chúng xuất hiện ở Việt Nam. Mặc dù, đã có một số nghiên cứu về đặc điểm sinh học của cá Tỳ bà tại Việt Nam, tuy nhiên, những thông tin về hình thái, thành phần loài, sinh sản, dinh dưỡng và cơ chế thích nghi của chúng ở các thủy vực vẫn chưa

đầy đủ. Nghiên cứu đầu tiên về đặc điểm sinh học sinh sản của cá Tỳ bà ở sông Dinh (miền Trung Việt Nam), đã cung cấp một số thông tin ban đầu về đặc điểm sinh sản như cá có thể đẻ nhiều đợt, thời gian đẻ trứng từ tháng 10 đến tháng 1 năm sau. Một số hạn chế như: gián đoạn thời gian nghiên cứu, số lượng mẫu thu ít (34 mẫu), dẫn đến nghiên cứu này chưa đánh giá đầy đủ các đặc điểm sinh học sinh sản của cá tại các thủy vực. Kết quả nghiên cứu về đặc điểm dinh dưỡng của cá Tỳ bà tại các thủy vực ở thành phố Cần Thơ, cho thấy, cá này là loài ăn tạp thiên về thực vật, tuy nhiên, thành phần thức ăn là động vật vẫn chưa được làm sáng tỏ. Bên cạnh đó, các thông tin về thành phần loài trong các công bố trước đây chỉ dựa vào phương pháp phân loại về hình thái, có thể dẫn đến những sai sót hoặc chưa đầy đủ về thông tin thành phần loài. Điều này tiếp tục đặt ra thách thức cho công tác quản lý cá Tỳ bà và bảo vệ đa dạng sinh học ở Việt Nam. Do vậy, đề tài luận án: **“Đặc điểm hình thái, sinh sản, dinh dưỡng, phân bố và thành phần loài của giống cá ngoại lai *Pterygoplichthys* ở Việt Nam”** được tiến hành nhằm làm rõ hơn các đặc điểm sinh học của giống cá Tỳ bà khi di nhập, xâm lấn vào các thủy vực Việt Nam.

Mục tiêu của luận án:

Tăng cường hiểu biết một số đặc điểm sinh học của cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys*, làm cơ sở khoa học để đánh giá tác động và quản lý cá ngoại lai xâm hại ở Việt Nam.

Nội dung nghiên cứu:

- Phân bố của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. ở miền Nam Việt Nam;
- Đặc điểm hình thái và thành phần loài của giống cá Tỳ bà;
- Đặc điểm sinh học sinh sản của cá Tỳ bà (loài *P. disjunctivus*);
- Đặc điểm dinh dưỡng của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp..

Ý nghĩa khoa học và ý nghĩa thực tiễn:

Ý nghĩa khoa học: Bổ sung, cập nhật các dữ liệu khoa học quan trọng về phân bố, đặc điểm hình thái, di truyền, thành phần loài, dinh dưỡng và sinh sản của cá Tỳ bà ở miền Nam Việt Nam.

Ý nghĩa thực tiễn: Các kết quả trong luận án là cơ sở để đề xuất các giải

pháp quản lý sinh vật ngoại lai nói chung và cá Tỳ bà nói riêng.

Những đóng góp mới của luận án:

Cung cấp dữ liệu mới về phân bố của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. ở miền Nam Việt Nam. Lần đầu tiên dữ liệu về thành phần loài cá Tỳ bà được xác định dựa trên cả phương pháp phân loại bằng hình thái và di truyền phân tử.

Lần đầu tiên đặc điểm sinh học sinh sản của cá Tỳ bà (loài *P. disjunctivus*) được nghiên cứu đầy đủ và chi tiết ở hai dạng thủy vực (nước chảy và nước tĩnh) tại miền Nam Việt Nam.

Cung cấp các minh chứng quan trọng về thành phần thức ăn của cá Tỳ bà có chứa các nhóm động vật không xương sống.

Cung cấp đầy đủ các thông tin có độ tin cậy cao phục vụ cho công tác quản lý và làm giảm tác động của cá Tỳ bà.

CHƯƠNG 1.
TỔNG QUAN

1.1. Một số đặc điểm sinh học cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys*

1.1.1. Giới thiệu về cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys*

Ở Việt Nam, giống cá ngoại lai *Pterygoplichthys* tên thường được gọi là cá Tỳ bà, cá Dọn bể, cá Chà hồ, cá Dọn vệ sinh, cá Lau kính, cá Tàu bay và cá Ma, với ý nghĩa các tên gọi như sau:

- Cá Tỳ bà: Cá có khả năng bám, nằm tỳ trên các vật thể;
- Cá Dọn bể, cá Chà hồ, cá Lau kính, cá Dọn vệ sinh: Cá này có khả năng làm sạch các bể cá cảnh, bể kính và các hồ cá nhân tạo nhờ khả năng ăn bám ở các thành bể, đáy bể;
- Cá Tàu bay: Cá này có hình dạng giống chiếc máy bay (tàu bay);
- Cá Ma: Khi mới xuất hiện ở các thủy vực, cá này sinh sản nhanh, gây ảnh hưởng tới ngư cụ và hình dạng đặc thù nên ngư dân ở một số vùng gọi là cá Ma.

Trên thế giới, giống *Pterygoplichthys* cũng được gọi với nhiều tên tiếng Anh khác nhau như: Amazon sailfin catfish, Suckermouth armored catfishes, Sailfin catfish, Loricariids, Sailfin Plecostomus, Janitor fish; Snow pleco, Snow king, Vermiculate sailfin catfish, Zebra Plecostomus, Snowball Pleco, Royal Plecostomus.

Tuy nhiên, tên gọi phổ biến nhất đối với tiếng Anh là “Suckermouth armored catfishes”, “Loricarids” hoặc “Sailfin catfish” và tên tiếng Việt là “cá Tỳ bà”. Vì vậy, tên “cá Tỳ bà” được thống nhất gọi trong luận án này.

1.1.2. Vị trí phân loại

Họ cá Loricariidae là họ lớn nhất thuộc bộ cá da trơn Siluriformes bao gồm 163 giống và 1.171 loài hợp lệ [1]. Họ này phân bố ở nhiều quốc gia Nam Mỹ (Chi-lê, Panama và Costa Rica) với đặc điểm nhận dạng là có các tấm vảy xương lớn, miệng dạng giác hút nằm ở mặt bụng [2]. Theo hệ thống phân loại của Eschmeyer’s Catalog of Fishes, 2020, giống *Pterygoplichthys* được sắp xếp vị trí phân loại như sau:

Vị trí phân loại: (Eschmeyer’s Catalog of Fishes, 2020)[1]

Ngành: Chordata

Lớp: Actinopterygii

Bộ: Siluriformes

Họ: Loricariidae

Phân họ: Hypostominae

Giống: *Pterygoplichthys* Gill, 1858

1.1.3. Thành phần loài

Một nhóm cá thuộc họ Loricariidae có 10 hoặc hơn 10 tia vây lưng có tên thường gọi là “cá Tỳ bà - sailfin catfishes” hoặc “cá Tỳ bà - suckermouth armored catfishes” đã được nghiên cứu. Weber (1992) đã quan sát các đặc điểm hình thái của nhóm cá này và phân chúng thành 3 giống: *Pterygoplichthys*, *Liposarcus* và *Glyptoperichthys* [3]. Tuy nhiên, Armbruster và Page (2006) đã đề nghị gộp thành một giống duy nhất là *Pterygoplichthys*, vì không thấy sự khác biệt đáng kể nào về hình thái giữa ba giống cá này. Từ đó, nhóm cá này được công nhận một giống duy nhất là *Pterygoplichthys* bao gồm 14 loài như Bảng 1.1.

Bảng 1.1: Thành phần loài cá Tỳ bà thuộc giống *Pterygoplichthys* [2]

TT	Tên loài	Tên đồng vật (synonym)
1	<i>P. anisitsi</i> (Eigenmann và Kennedy, 1903)	<i>P. ambrosettii</i> (Holmberg, 1893) <i>P. alterans</i> (Regan, 1904)
2	<i>P. disjunctivus</i> (Weber, 1991)	
3	<i>P. etentaculatus</i> (Spix, 1829)	<i>P. brevitentaculatus</i> (Ranzani, 1841) <i>P. duodecimalis</i> (Valenciennes, 1840) <i>P. longimanus</i> (Kner, 1854)
4	<i>P. gibbiceps</i> (Kner, 1854)	<i>P. altipinnis</i> (Günther, 1864) <i>P. pardalis</i>
5	<i>P. joselimaianus</i> (Weber, 1991)	
6	<i>P. lituratus</i> (Kner, 1854)	
7	<i>P. multiradiatus</i> (Hancock, 1828)	
8	<i>P. pardalis</i> (Castelnau, 1855)	<i>P. jeansianus</i> (Cope, 1874) <i>P. varius</i> (Cope, 1872)
9	<i>P. parnaibae</i> (Weber, 1991)	

TT	Tên loài	Tên đồng vật (synonym)
10	<i>P. scrophus</i> (Cope, 1874)	
11	<i>P. undecimalis</i> (Steindachner, 1878)	
12	<i>P. xinguensis</i> (Weber, 1991)	
13	<i>P. zuliaensis</i> Weber, 1991	
14	<i>P. punctatus</i> (Kner, 1864)	

Tên giống đồng vật (đồng danh) với *Pterygoplichthys* là: *Liposarcus* Günther 1864 và *Glyptoperichthys* Weber 1991.

Armbruster và Page (2006) đã lập khóa phân loại tới loài thuộc giống *Pterygoplichthys* và có sửa đổi một phần từ khóa phân loại của Weber (1992) [2], [3] (Bảng 1.2).

Bảng 1.2: Khóa phân loại (tới loài) cá Tỳ bà thuộc giống *Pterygoplichthys*

1	Xương đỉnh đầu (xương hộp sọ) nhô lên ở chính giữa (ở vùng gáy).	2
1'	Xương đỉnh đầu có dạng hình tròn, tù (không nhô lên ở vùng gáy), không hình thành chõm cao.	6
2	Vây lưng không có chấm tròn hoặc vân. Vây đuôi sẫm màu với nhiều vệt sáng trên tia cứng. Tỷ lệ của nắp lỗ mũi (giữa phía trước và phía sau) so với đường kính ổ mắt lớn hơn 0,6. Cơ thể không có các đốm, thường là những vệt đen lớn trên mặt lưng.	<i>P. scrophus</i> (Cope 1874)
2'	Vây lưng có chấm tròn sáng hoặc tối hoặc có vân. Vây đuôi không có các vệt sáng trên tia vây cứng. Tỷ lệ của nắp lỗ mũi (giữa phía trước và phía sau mũi) so với đường kính ổ mắt nhỏ hơn 0,6. Cơ thể có các đốm đen hoặc trắng, không có vệt đen lớn trên mặt lưng.	3
3	Bụng có các đốm không kết hợp lại với nhau.	4
3'	Bụng có các đốm kết hợp tạo thành các đường vân.	5
4	Bụng có các đốm lớn sẫm màu.	<i>P. gibbiceps</i> (Kner 1854)
4'	Bụng có các chấm màu sáng.	<i>P. xinguensis</i> (Weber, 1991)
5	Các gai phì đại (lớn) ít phát triển trên tấm má, tỷ lệ chiều cao của nắp mang so với đường kính mắt là 2,9 – 3,8.	<i>P. lituratus</i> (Kner, 1854)
5'	Các gai phì đại (lớn) rất phát triển trên tấm má. Tỷ lệ chiều cao của xương nắp mang so với đường kính mắt từ 3,7 – 4,1.	<i>P. parnaibae</i> (Weber, 1991)
6	Nhú miệng phân thùy nông ở chính giữa (Hình 1.1a, 1.1b).	7

6'	Nhú miệng đơn, cấu trúc dạng lưới (Hình 1.1c).	8
7	Có ít các đốm trên mặt bụng và gốc vây. Vây đường bên có các gai phát triển gần như vuông góc với cơ thể. Các gai dài nhất ở cá thể trưởng thành, dài hơn vây đường bên. Nhú miệng phân thùy nông ở cá thể trưởng thành. Tỷ lệ chiều dài chuẩn/chiều rộng ngực 3,3 – 3,4.	<i>P. weberi</i> (loài mới)
7'	Nhiều đốm nhỏ trên mặt bụng và gốc vây. Vây đường bên với các gai phát triển ngắn và hướng về phía sau. Các gai dài nhất ở cá thể trưởng thành, ngắn hơn vây đường bên. Nhú miệng phân chia sâu ở tất cả các kích thước cá. Chiều dài chuẩn/chiều rộng ngực 3,6 – 4,0.	<i>P. punctatus</i> Günther, 1864
8	Cá thể trưởng thành thường không có các gai lớn trên các tấm má (một vài cá thể trưởng thành, kích thước rất lớn có thể có 1 – 2 gai phát triển yếu trên tấm má). Thường từ 12 - 14 tia vây lưng (thỉnh thoảng 11). Xuất hiện ở sông Amazonas, Río Orinoco và kênh dẫn nước Rio Paraná.	9
8'	Ở cá thể trưởng thành, các gai lớn thường phát triển trên các tấm má. Thường 10 - 11 tia vây lưng (thỉnh thoảng 12). Xuất hiện ở Rio São Francisco, Río Magdalena và kênh dẫn nước Maracaibo.	13
9	Các đốm sáng trên nền tối. Bề mặt bụng bao gồm các vân sáng và vân tối (vân sáng thường rộng hơn vân tối) hoặc các đốm sáng trên nền tối.	10
9'	Các đốm đen trên nền sáng. Mặt bụng với các đốm đen trên nền sáng. Hoặc với các vân sáng, vân tối có chiều rộng như nhau, hoặc vân sáng hẹp hơn vân tối.	11
10	Mặt bụng có các phức hợp vân sáng tối kết hợp với nhau. Các vùng sáng trên cơ thể rộng hơn các vùng tối. Ghi nhận ở kênh thoát nước Rio Paraná.	<i>P. anisitsi</i> Eigenmann & Kennedy, 1903
10'	Mặt bụng với các đốm trắng thường tách rời nhau, nhiều nhất chỉ có 2 - 3 đốm kết nối với nhau. Vùng sáng trên cơ thể nhỏ hơn các vùng tối. Xuất hiện ở kênh thoát nước Rio Tocantins.	<i>P. joselimaianus</i> (Weber, 1991)
11	Mặt bụng có những đốm đen rời rạc. Không bao giờ kết hợp lại với nhau hoặc không tạo thành hình chữ V ở nửa sau của cơ thể.	<i>P. multiradiatus</i> (Hancock, 1828)
11'	Các đốm đen thường kết hợp lại với nhau thành các đường vân, đường thẳng ở phần mặt bụng, đầu. Tạo thành hình chữ V ở phía sau cuống đuôi.	12
12	Cá trưởng thành có các vân sáng tạo thành nhiều đường nét (đường vân) khác nhau ở trên đầu. Ở cá trưởng thành các đốm trên mặt bụng hầu như rời rạc,	<i>P. pardalis</i> (Castelnau, 1855)

	thường không quá 5 đốm kết hợp lại với nhau để tạo thành các vân ngăn. Các đốm mặt bên kết hợp lại với nhau tạo hình chữ V, xuất hiện nhiều ở phía sau cơ thể ở các tấm vây bên (đặc biệt rất rõ ràng ở phía sau vây ngực). Ở giai đoạn Juveniles với hình chữ V ở mặt bên, các đốm trắng trên mặt bụng rời rạc.	
12'	Ở cá trưởng thành có các đốm và vết trên đầu, không có các vân sáng với các đường nét rõ ràng. Ở cá trưởng thành, hầu như các đốm trên mặt bụng kết hợp với nhau để tạo thành các đường vân (ở cá con các đốm có thể tách rời). Các đốm mặt bên thường tách rời, không tạo hình chữ V. Ở cá con với các đốm hoặc vết ở mặt bên.	<i>P. disjunctivus</i> (Weber, 1991)
13	Tỷ lệ chiều dài chuẩn/chiều dài đầu = 2,7 – 3,0; Chiều dài chuẩn/khoảng cách vây lưng tới vây mỡ = 5,9 – 8,0. Xuất hiện ở São Francisco phía đông Brazil.	<i>P. etentaculatus</i> (Spix & Agassiz, 1829)
13'	Tỷ lệ chiều dài chuẩn/chiều dài đầu = 3,0 – 3,4; Chiều dài chuẩn/khoảng cách vây lưng tới vây mỡ = 4,9 – 5,8. Xuất hiện ở thác Río Magdalena và Lago Maracaibo phía tây Andes.	14
14	Tỷ lệ chiều dài chuẩn/chiều dài đầu = 3,0 – 3,3. Xuất hiện ở thác Río Magdalena.	* <i>P. undecimalis</i> (Steindachner, 1878)
14'	Tỷ lệ chiều dài chuẩn/chiều dài đầu = 3,3 – 3,4. Xuất hiện ở kênh dẫn nước Lago Maracaibo.	<i>P. zuliaensis</i> Weber, 1991



Hình 1.1: Nhú miệng của một số loài cá Tỳ bà: (a) – nhú miệng phân thùy *Pterygoplichthys punctatus*; (b) – nhú miệng ít phân thùy của *P. weberi*; (c) – nhú miệng không phân thùy của *P. multiradiatus* [2].

Tuy nhiên, khóa phân loại này chủ yếu dựa trên tiêu chí màu sắc, các đường vân trên cơ thể và tỷ lệ khoảng cách giữa các mốc đo hình thái. Khi di nhập vào các thủy vực khác nhau, nhiều loài thuộc giống cá này có sự biến đổi hình thái ngoài. Ví dụ, như sự biến đổi màu sắc trên cơ thể và sự biến mất vân

hoàn toàn trên mặt bụng của *Pterygoplichthys* sp. thu được ở Khánh Hòa (Hình 1.2), gây ra những khó khăn trong việc phân loại tới loài.



Hình 1.2: Mặt bụng của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* sp. (không còn các đường vân hay các đốm trên mặt bụng)

Các vân, vệt trên đầu và hai bên má là những chỉ tiêu xác định thành phần loài thuộc giống *Pterygoplichthys*. Theo Armbruster và Page (2006), cá trưởng thành loài *P. pardalis* có các vân sáng tạo thành nhiều đường nét (đường vân) khác nhau ở trên đầu và hai bên má. Ở cá trưởng thành loài *P. disjunctivus* có các đốm và vệt trên đầu, không tạo thành các vân sáng với các đường nét rõ ràng [2]. Tuy nhiên, loài *P. disjunctivus* ở các thủy vực Việt Nam và nhiều nơi trên thế giới có các kiểu hình trên đầu biến đổi rất đa dạng, bao gồm: các chấm sáng rời rạc, các đường vân rõ nét hoặc không thể quan sát rõ ràng [4] (Hình 1.3). Do đó, tạo ra những khó khăn trong việc định loại tới loài thuộc giống *Pterygoplichthys*. Hầu hết, các nghiên cứu trên thế giới hiện nay chỉ sử dụng tiêu chí các vân (vệt) trên mặt bụng để phân biệt hai loài *P. disjunctivus*, *P. pardalis* và nhóm trung gian giữa hai loài kể trên [4]–[6].

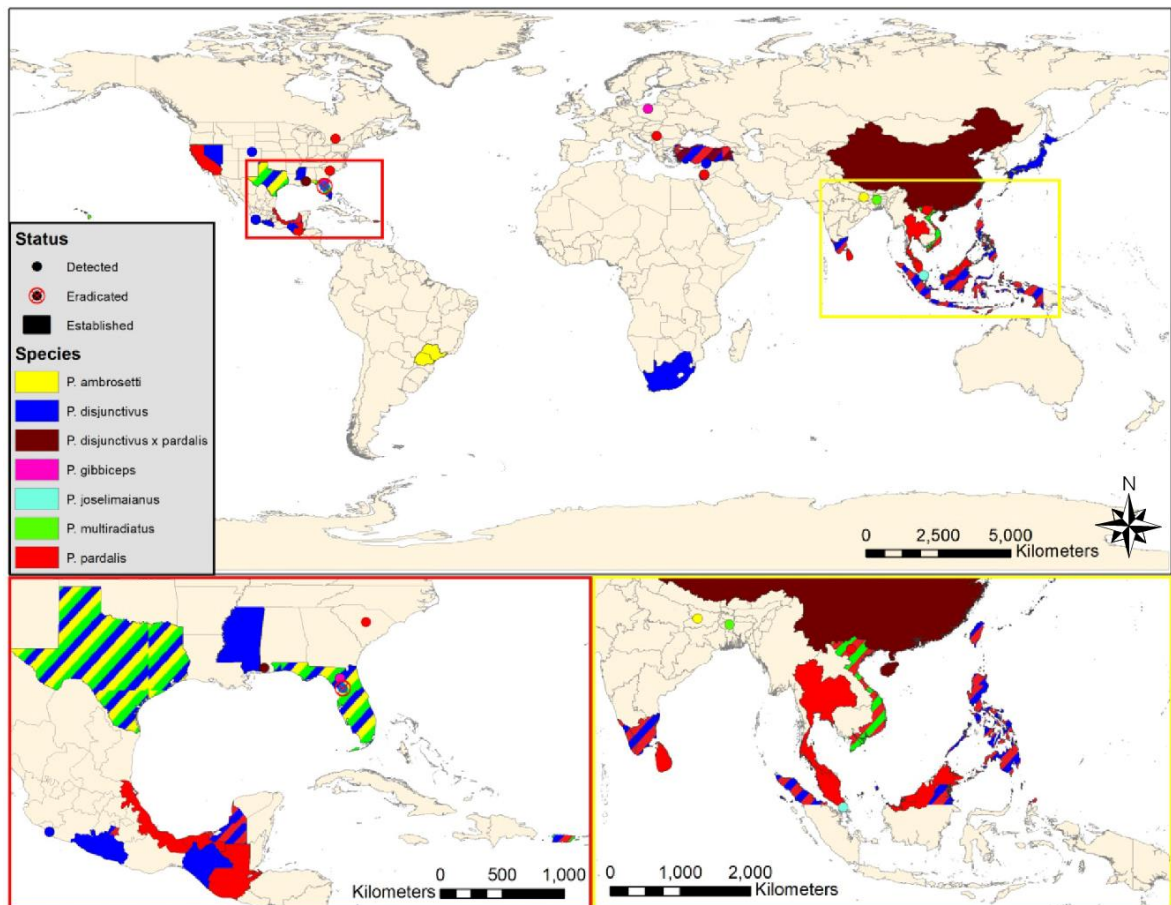


Hình 1.3: Kiểu hình trên đầu (hai bên má) của loài cá Tỳ bà *P. disjunctivus* trưởng thành ở miền Nam Việt Nam: (a) – các chấm rời rạc trên đầu và hai má; (b) – tạo thành đường vân; (c) – khó phân biệt đường vân hay các chấm rời.

Việc định danh hay phân loại cá chính xác có ý nghĩa rất quan trọng. Ngày nay, nhiều nhà ngư loại học đều cho rằng nên kết hợp các phương pháp định danh bằng di truyền phân tử và phân tích hình thái để phân loại. Các khóa phân loại trước đây, chủ yếu dựa trên hình thái, có thể gây nhầm lẫn đối với một số trường hợp định danh các loài cá hiện nay.

1.1.4. Phân bố

Cá Tỳ bà (giống *Pterygoplichthys*) đã xâm lấn rất nhiều thủy vực nước ngọt ở 21 quốc gia thuộc châu Á, châu Âu, châu Phi và Bắc Mỹ [7] (Hình 1.4). Tại khu vực Đông Nam Á, cá Tỳ bà đã được phát hiện khoảng 30 năm về trước: đầu tiên ở Philippines, sau đó ở Indonesia và Thái Lan [3], [8].



Hình 1.4: Bản đồ phân bố toàn cầu các loài cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. [7]

Ở Việt Nam, giống cá này lần đầu tiên được ghi nhận vào năm 2003 (loài *Pterygoplichthys plecostomus*) ở khu vực Đồng bằng sông Cửu Long [8]. Năm 2004, loài *Pterygoplichthys multiradiatus* được phát hiện ở lưu vực sông Đồng Nai [9]. Năm 2006, loài *P. pardalis* được phát hiện ở lưu vực sông Hồng [10].

Ở miền Trung, hai loài *P. pardalis* và *P. disjunctivus* đã được ghi nhận ở lưu vực sông Dinh, Khánh Hòa, vào năm 2010 [11]. Giống cá này tiếp tục được ghi nhận bởi ngư dân địa phương tại hồ chứa nước Ea Kao – Đắk Lắk vào năm 2012.

Tại khu vực Đồng bằng sông Cửu Long, loài *P. disjunctivus* cũng tiếp tục được ghi nhận [12], [13]. Tuy nhiên, ở các vùng nước lợ thuộc khu vực hạ lưu hệ thống sông Mê Kông (Cổ Chiên, Hàm Luông) không ghi nhận được phân bố của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. [14]. Mặc dù, trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu xác nhận có sự xuất hiện của cá Tỳ bà ở các vùng nước lợ khu vực cửa sông [15], [16], cho thấy, không loại trừ khả năng chúng có phân bố ở các vùng nước lợ mà chưa được ghi nhận trước đó ở Việt Nam.

Bảng 1.3: Thành phần loài và phân bố của các loài cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys* ở Việt Nam

TT	Loài ghi nhận	Vùng phân bố	Thời gian ghi nhận	Nguồn trích dẫn
1	<i>P. plecostomus</i>	Đồng bằng sông Cửu Long	2003	[8]
2	<i>P. multiradiatus</i>	Lưu vực sông Đồng Nai	2004	[9]
3	<i>P. pardalis</i>	Lưu vực sông Hồng	2006	[10]
4	<i>P. pardalis</i> <i>P. disjunctivus</i>	Sông Dinh, Khánh Hòa	2010	[11]
5	<i>P. disjunctivus</i>	Đồng bằng sông Cửu Long	2013 - 2014	[13], [17]

Như vậy, cho đến nay, ở Việt Nam đã ghi nhận 4 loài cá Tỳ bà: *Pterygoplichthys plecostomus*, *P. multiradiatus*, *P. disjunctivus* và *P. pardalis* (Bảng 1.3). Tuy nhiên, các phương pháp định danh tới loài được xác định chủ yếu bằng phương pháp hình thái.

1.1.5. Đặc điểm dinh dưỡng

Các loài thuộc họ cá Tỳ bà (Loricariidae), họ cá chạch (Prochilodontidae), họ Curimatidae từ Nam Mỹ, họ cá Cichlidae từ châu Phi và Cyprinidae từ châu Á

là những họ phổ biến nhất ở các thủy vực nhiệt đới [18]. Một số nghiên cứu đã được tiến hành để xác định đặc điểm hình thái tới đặc điểm dinh dưỡng đặc trưng và phương thức kiếm ăn của cá Tỳ bà [19], [20]. Sự đặc trưng về đặc điểm dinh dưỡng của cá Tỳ bà được tạo thành từ cấu trúc miệng dưới hình bầu dục (oval), cấu trúc hàm dưới, thói quen kiếm ăn và quá trình tiêu hóa thức ăn của chúng [20]–[22]. Mối quan hệ về hình thái và tập tính dinh dưỡng đã chỉ ra các đặc thù dinh dưỡng của cá Tỳ bà [23].

Cá Tỳ bà có tập tính lùm sục khi kiếm ăn, chúng thường ăn tảo và các mảnh vụn trong thủy vực [24]. Cấu trúc miệng dưới cho phép cá Tỳ bà (*P. pardalis*) có thể ăn thức ăn trên bề mặt của các giá thể [25]. Cá Tỳ bà cũng ăn thức ăn bằng cách hút các mảnh vụn hữu cơ, hỗn hợp vi tảo, mảnh vụn của thực vật bậc cao (bao gồm mảnh vụn của các loài thực vật thân gỗ) và động vật không xương sống dưới nước [20], [26], [27].

Thành phần thức ăn của các loài cá Tỳ bà thuộc giống *Pterygoplichthys* đã được nghiên cứu tại một số nơi trên thế giới như: ở Bắc Mỹ, thành phần thức ăn trong ruột của cá Tỳ bà ở khu vực sông San Marcos, miền Trung Texas (Mỹ) cho thấy các loài cá này là nhóm ăn thiên về thực vật. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng có sự trùng khớp cao về thành phần thức ăn trong ruột của cá Tỳ bà và các loài cá bản địa ăn thực vật (loài *Dionda nigrotaeniata*, loài *Campostoma anomalum* và hai loài khác thuộc giống *Dionda* spp.) [28], [29].

Ở vùng Đông Nam Á, cá Tỳ bà (*P. pardalis*) ở sông Sungai Langat, Malaysia là loài có phổ thức ăn rộng, bao gồm cả thực vật và động vật [25]. Cá Tỳ bà ở sông Ciliwung River, Indonesia, có thành phần thức ăn chủ yếu là thực vật (tảo), mùn bã hữu cơ chỉ chiếm 0,004% [30].

Ngoài ra, các báo cáo khác cũng cho thấy cá Tỳ bà ăn tảo, động vật không xương sống như ốc và mảnh vụn hữu cơ dưới nền đáy [29]. Mảnh vụn ở đáy và tảo đáy thường là nguồn thức ăn chính của chúng. Mặt khác chúng cũng ăn giun, ấu trùng của côn trùng và các động vật thủy sinh khác sống ở đáy. Cá Tỳ bà thường có tỷ lệ tiêu hóa cao đối với chất hữu cơ [31]. Cá Tỳ bà ăn các mảnh vụn thực vật, động vật phù du (zooplankton), động vật chân đốt (arthropods), tảo lục

(chlorophytes), tảo cát (bacillariophytes) và vi khuẩn lam (cyanobacteria) [25]. Sự sẵn có của nguồn thức ăn ở các thủy vực tạo điều kiện thuận lợi cho các loài cá ngoại lai hình thành quần thể mới với phổ thức ăn đặc trưng ở các thủy vực [30]. Bên cạnh đó, cá Tỳ bà có thể ăn lẫn trứng dính trên nền đáy của các loài bản địa [24], ốc và một số loại sinh vật đáy khác [32]. Cá Tỳ bà cũng có thể ăn trứng và cá con của các loài cá khác [33]. Trong một số trường hợp, cá Tỳ bà biểu hiện rõ ràng hành vi cạnh tranh lãnh thổ với các loài cá khác, nhằm mục đích tiếp cận nguồn thức ăn dồi dào năng lượng nhất từ các thủy vực có nhiều sinh vật đáy hơn so với mùn bã hữu cơ [20].

Các nghiên cứu cũng đã chỉ ra rằng, cá Tỳ bà có đường ruột dài, cho thấy đây là nhóm ăn thiên về thực vật. Tỷ lệ chiều dài ruột trên chiều dài tổng của cá Tỳ bà (*P. pardalis*) thu được ở sông Ciliwung River, Indonesia từ 10,98 đến 17,49 lần [30]. Tuy nhiên, ở Ấn Độ loài *P. disjunctivus* có phổ thức ăn rộng bao gồm: động vật nguyên sinh (protozoa), ấu trùng cá (fish larvae), động vật thân mềm (mollusks), giun nhiều tơ (polychaete), giun đốt Annelid (annelid worms), ấu trùng chân đầu (decapods larvae), giáp xác (crustaceans), côn trùng sống dưới nước (aquatic insects), thực vật phù du (phytoplankton), nhóm động vật khác (unidentified animal matter), tảo sợi (filamentous algae), mùn bã hữu cơ (detrital matter), trứng cá (fish eggs) và nhóm thực vật khác [34]. Đặc biệt, chúng cạnh tranh thức ăn với các loài cá bản địa phổ biến ở Ấn Độ khi có phổ thức ăn tương đồng hơn 60% phổ thức ăn của các loài cá như: Chạch sông (*Macrognathus pancalus*), cá Lóc đốm (*Channa punctata*), cá Sặc (*Nandus nandus*), cá Rô đồng (*Anabas testudineus*), cá Trê trắng (*Clarias batrachus*), cá Rô phi (*Oreochromis niloticus*) và lên tới 80% đối với 2 loài là cá Trôi (*Cirrhinus mrigala*) và cá Chép (*Cyprinus carpio*) [34].

Ở Việt Nam, đặc điểm dinh dưỡng của cá Tỳ bà (*P. disjunctivus*) đã được nghiên cứu tại các thủy vực ở thành phố Cần Thơ bởi Võ Thanh Điền và Trần Đắc Định (2014). Đặc điểm dinh dưỡng của cá Tỳ bà đã được mô tả như sau [12]: Cơ quan tiêu hóa bao gồm miệng, răng, lược mang, thực quản, dạ dày và ruột. Cá Tỳ bà có kiểu miệng dưới, miệng có các giác bám và có van miệng.

Răng hàm mềm và mảnh. Lược mang dày để lọc thức ăn. Thực quản dày và dài. Dạ dày hình túi có thành mỏng chứa nhiều không khí. Chỉ số RLG (chiều dài ruột/chiều dài chuẩn) là $16,60 \pm 2,82$ cho thấy cá Tỳ bà thuộc nhóm cá ăn tạp thiên về thực vật. Cá Tỳ bà (*P. disjunctivus*) thu ở Cần Thơ có phổ thức ăn khá rộng bao gồm: luân trùng, giáp xác chân chèo và giáp xác râu ngành, thực vật nổi (tảo khuê, tảo lam và tảo mắt) và mùn bã hữu cơ. Phân tích phổ thức ăn theo phương pháp đếm điểm cho thấy, mùn bã hữu cơ chiếm 88,36%, thực vật nổi chiếm 11,2% và động vật nổi chiếm 0,44% [12].



Hình 1.5: Cơ quan tiêu hóa của cá Tỳ bà (≈ 500 cm)

Rõ ràng, từ việc xác định chiều dài đường ruột cho thấy giống cá Tỳ bà là các loài cá ăn thiên về thực vật. Các nghiên cứu trước đây chủ yếu là làm sáng tỏ các nhóm thực vật (tảo, rong) có trong thành phần thức ăn của chúng [12], [30]. Chưa có nhiều nghiên cứu xác định thành phần thức ăn là động vật tới nhóm loài có trong ống tiêu hóa của cá Tỳ bà và tỷ lệ khối lượng của các nhóm thức ăn là động vật. Mặc dù, nhiều loài cá ăn động vật đóng vai trò quan trọng trong lưới thức ăn và cân bằng sinh thái ở các thủy vực nhiệt đới [18], tuy nhiên, một số nhóm cá ngoại lai (như cá Tỳ bà) lại gây ra những mối đe dọa nghiêm trọng về đa dạng sinh học của các thủy vực nước ngọt vùng nhiệt đới [5], [35], [36] và làm gián đoạn lưới thức ăn có trong các thủy vực [34]. Với mục đích, trả lời câu hỏi “cá Tỳ bà có thiên về ăn động vật hay không?”, nghiên

cứu về phổ thức ăn của cá Tỳ bà đã được thực hiện, trong đó chú trọng phân tích thành phần thức ăn là động vật.

1.1.6. Đặc điểm sinh trưởng

Hầu hết các loài trong họ Loricariidae là những loài cá hoạt động chủ yếu vào ban đêm, chúng thường sống ở suối, hồ, nơi cỏ dại và đáy bùn. Cá Tỳ bà có khả năng hít thở không khí bằng cách nuốt không khí và trích xuất oxy qua niêm mạc ruột. Đặc tính này cho phép chúng chịu được các điều kiện hạn hán, nước tù đọng hoặc hang ảm [37]. Cá Tỳ bà tăng trưởng nhanh (10 cm/năm), tuổi thọ tương đối ngắn (5 năm) và sau 2 năm kích thước của chúng đạt trên 300 mm. Kích thước trung bình của cá thể trưởng thành từ 300 - 350 mm. Kích thước tối đa có thể đạt đến 700 mm [31], [38], [39].

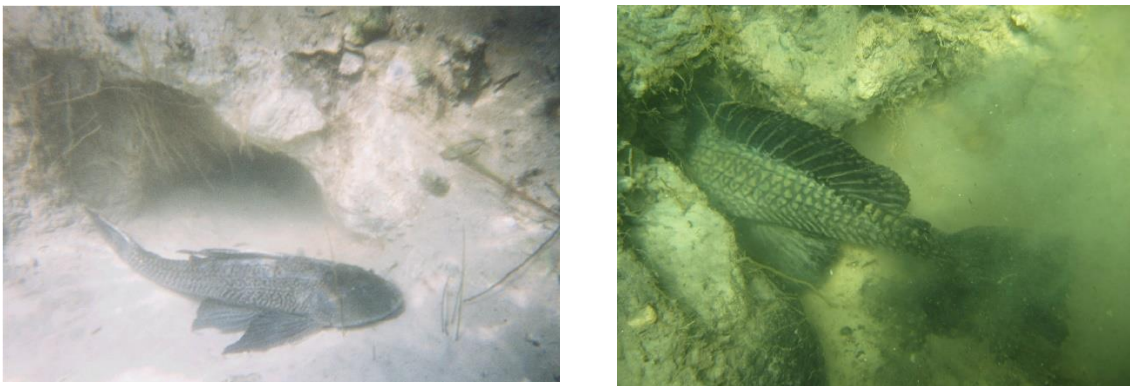
Bảng 1.4: Tham số tương quan giữa chiều dài và khối lượng của cá Tỳ bà ($W=aL^b$)

Địa điểm	Loài	(L_t , mm)	b	R^2	Tham khảo
Michoacán-Guerrero, Mexico	<i>P. disjunctivus</i>	120 – 520	2,3 – 2,7	0,86 – 0,9	[40]
Sông Langat, Malaysia	<i>P. pardalis</i>	49 – 489	2,538	0,9	[41]
Sông Marikina, Philippines	<i>P. disjunctivus</i>	50 – 445 (L_s)	2,74	0,975	[42]
Sông Kaoping, Đài Loan	<i>P. multiradiatus</i>	122 – 437 (L_s)	2,5	0,94	[5]
Vùng Đông Kolkata, Ấn Độ	<i>P. disjunctivus</i>	100 – 550			[34]
Giang Đông, Trung Quốc	<i>Pterygoplichthys</i> spp.	27 – 368	2,667 – 2,973	0,967 – 0,987	[43]

Nghiên cứu tương quan giữa chiều dài và khối lượng cho thấy cá Tỳ bà có xu hướng tăng trưởng về chiều dài hơn so với khối lượng. Tham số tăng trưởng b đều nhỏ hơn 3 ở các vùng địa lý trên thế giới và có sự khác nhau ở các vùng (Bảng 1.4).

1.1.7. Đặc điểm sinh học sinh sản

Hầu hết các loài thuộc họ Loricariidae có tập tính sinh sản đào hang (Hình 1.6). Những con cá này đào các hang nằm ngang bờ suối hoặc bờ ao ở độ sâu 120 - 150 cm và hình dạng hang có thể thay đổi, hang thường kéo dài và thấp hơn về phía trong. Hang được đào để làm tổ và trứng được con đực bảo vệ cho đến khi ấu trùng bơi tự do rời khỏi hang, việc đào hang làm tổ đôi khi cũng cho phép cá sống sót trong thời gian hạn hán. Cá có thể sống sót trong môi trường sống bán ẩm ngay cả khi mực nước xuống dưới cửa hang [31], [44]. Buồng trứng bên trái thường lớn hơn buồng trứng bên phải [45] và cá có thể chuyển phương thức sinh sản từ một đợt thành nhiều đợt [45], [46]. Nghiên cứu ở Philippines cũng cho thấy loài này có thể sinh sản nhiều đợt trong năm [42]. Tùy theo điều kiện môi trường, chúng có thể thay đổi vòng đời và thành thực sinh dục sớm hơn trong điều kiện phú dưỡng (môi trường chứa nhiều hàm lượng phốt pho) [47].



Hình 1.6: Các hang ở thủy vực được cá Tỳ bà *P. disjunctivus* đào làm tổ [48]

Ở châu Mỹ, đặc điểm sinh học sinh sản của cá ngoại lai xâm hại loài *P. disjunctivus* đã được báo cáo ở hồ chứa nước El Infiernillo, Michoacán-Guerrero, Mexico [40]. Mùa sinh sản ở đây kéo dài từ tháng 5 đến tháng 11 và rộ nhất từ tháng 7 đến tháng 10 trong năm (mùa hè). Sức sinh sản tuyệt đối cao nhất trung bình hàng tháng đạt 2.447 trứng, sức sinh sản tương đối cao nhất đạt 12,6 trứng/g cá (vào tháng 8 và tháng 9). Theo nghiên cứu này, sức sinh sản tuyệt đối cao nhất ghi nhận được là 6.686 trứng vào tháng 6 ở cá có kích thước 27,8 cm (chiều dài tổng) và khối lượng cơ thể 196 g. Sức sinh sản tuyệt đối

thấp nhất là 40 trứng vào tháng 1 ở cá có kích thước 22,1 cm (chiều dài tổng) và khối lượng là 62,7 g [40]. Hình thái buồng trứng và đặc điểm sinh học của quần thể cá ngoại lai xâm hại loài *P. disjunctivus* ở Volusia Blue Spring, Florida, Mỹ cũng đã được khảo sát [45]. Kết quả cho thấy loài cá này có buồng trứng trái lớn hơn đáng kể so với buồng trứng phải. Buồng trứng bao gồm nhiều tế bào trứng có kích thước khác nhau và các tế bào trứng kích thước chưa trưởng thành đã tiêu hủy hoàn toàn sau khi con cái tham gia sinh sản. Điều này cho thấy cá sinh sản một đợt. Các chỉ số sinh sản đã thay đổi đáng kể từ đầu năm 2005 đến cuối năm 2007, cá thể cái có khả năng sinh sản ở kích thước 26 cm L_s . Mùa sinh sản từ tháng 5 đến tháng 10 (mùa hè). Chỉ số GSI trung bình là 5,42%, đường kính trứng (nhóm trứng kích thước lớn) là 3,44 mm. Một số lượng lớn của quần thể được đánh bắt sinh sản một lần trong năm và chúng tiến hành sinh sản hàng loạt [45]. Tuy nhiên, khoảng 10 năm sau loài cá này có phương thức sinh sản thay đổi từ một đợt thành nhiều đợt, đường kính trứng dần nhỏ hơn (3,01 mm) và chỉ số GSI tăng lên 5,98%, sức sinh sản tương đối đạt 7,95 trứng/g [39].

Ở khu vực châu Á (Đông Nam Á), đặc điểm sinh học sinh sản của loài cá ngoại lai *P. pardalis* đã được nghiên cứu ở sông Langat, Peninsular, Malaysia từ tháng 3 năm 2013 đến tháng 6 năm 2014. Tỷ lệ đực:cái thu được là 1:1,7. Cá đạt kích thước thành thục sinh dục lần đầu ở chiều dài chuẩn 12,5 cm với con đực và đối với con cái là 13 cm. Loài cá này hầu như sinh sản quanh năm và đạt đỉnh từ tháng 9 năm trước đến tháng 1 năm sau (mùa nước lớn – mùa mưa). Chúng có khả năng sinh sản theo từng đợt dao động từ 1.297 đến 18.791 trứng trên mỗi lần sinh sản và kích thước trứng đạt tới 3,3 mm [25].

Một số đặc điểm sinh sản của loài *P. disjunctivus* ở sông Marikina, Philippines được nghiên cứu từ tháng 7 năm 2010 đến tháng 6 năm 2011. Kết quả nghiên cứu cho thấy kích thước thành thục sinh dục lần đầu ở con cái đạt 26 cm (L_s). Tuy nhiên, nghiên cứu này đã ghi nhận được một số trường hợp thành thục sinh dục ở kích thước nhỏ hơn khi chiều dài chuẩn là 19 cm vào mùa sinh sản. Cá cái có mùa sinh sản tương đối ngắn từ tháng 6 đến tháng 9 (vào

mùa mưa ở đây). Mùa vụ sinh sản ngắn và từ việc xác định kích thước noãn bào ở buồng trứng thành thực cho thấy cá cái sinh sản nhiều đợt. Chỉ số GSI lớn nhất đạt 13,8%, sức sinh sản tuyệt đối đạt 7.705 trứng, sức sinh sản tương đối đạt 14 trứng/g [42]. Loài *P. disjunctivus* ở vùng đất ngập nước phía đông Kolkata, Ấn Độ có kích thước thành thực sinh dục là 24 cm L_t (cá thể nhỏ nhất thu được thành thực sinh dục có kích thước 20 cm L_t). Mùa sinh sản từ tháng 7 đến tháng 11, đẻ nhiều lần trong năm. Chỉ số GSI $\approx 10\%$, sức sinh sản tuyệt đối từ 4.384 đến 9.567 trứng, sức sinh sản tương đối từ 8 đến 22 trứng/g. Kích thước trứng lớn nhất từ 2,9 đến 3,3 mm [34].

Một loài cá khác là *P. multiradiatus* cũng được nghiên cứu ở sông Kaoping vùng Tây Nam Đài Loan. Kết quả nghiên cứu cho thấy con cái có chiều dài lớn hơn con đực. Đa số cá thể cái trưởng thành (thành thực sinh dục lần đầu) khi kích thước chiều dài chuẩn đạt 25 cm. Mùa sinh sản kéo dài từ tháng 3 đến tháng 9 và rộ nhất từ tháng 6 đến tháng 8 (mùa hè). Tuy nhiên, một số cá thể có thể sinh sản từ tháng 10 đến tháng 2 năm sau. Tỷ lệ giới tính cá cái trên cá đực là 2,4:1 và tỷ lệ này lớn hơn trong mùa sinh sản. Hệ số GSI cao nhất ($\approx 10\%$) từ tháng 6 đến tháng 8 (năm ở mùa có nhiệt độ cao ở Đài Loan), đường kính nhóm trứng có kích thước lớn khoảng 3 – 4 mm [5]. Cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. bao gồm *P. disjunctivus*, *P. pardalis* và nhóm trung gian giữa hai loài *P. disjunctivus* \times *P. pardalis* ở tỉnh Giang Đông (Trung Quốc) có kích thước thành thực sinh dục lần đầu từ 150 cm đến 223 cm L_s [5].

Ở Việt Nam, một nghiên cứu sơ bộ về đặc điểm sinh sản của cá ngoại lai giống *Pterygoplichthys* ở sông Dinh (Khánh Hòa) được Zworykin và Budaev (2013) thực hiện khi tiến hành thu mẫu 2 đợt (2 nhóm): nhóm 1 thu 34 mẫu từ tháng 10 đến tháng 12 năm 2010 và nhóm 2 thu được 10 mẫu vào tháng 1 năm 2012. Kết quả nghiên cứu cho thấy, ở nhóm 1 có 5 cá thể cái có tuyến sinh dục ở giai đoạn IV và có khả năng sinh sản từ tháng 10 đến tháng 12. Ở nhóm 2 cũng có khả năng sinh sản vào tháng 1 khi có 6 cá thể ở giai đoạn VI-III. Hiện tượng sinh sản hàng loạt ở nhóm thứ 2 khi 5 trong số 6 cá thể được kiểm tra có buồng trứng ở giai đoạn VI-III. Kích thước noãn bào trong buồng trứng các cá

thể trưởng thành từ 1 – 3 mm. Chỉ số GSI dao động từ 6,59% đến 15,77% [11]. Như vậy, nghiên cứu của Zworykin và Budaev đã cung cấp một phần thông tin quan trọng về đặc điểm sinh học sinh sản của cá Tỳ bà. Tuy nhiên, do thời gian và số lượng mẫu thu tương đối ít nên cần có những nghiên cứu tiếp theo đầy đủ hơn về đặc điểm sinh học sinh sản của cá Tỳ bà ở miền Nam Việt Nam.

Tóm lại, giống cá này (*P. pardalis* và *P. disjunctivus*) ở khu vực châu Mỹ (cận xích đạo) có mùa vụ sinh sản chính thường vào mùa hè (mùa có nhiệt độ cao). Trong khi đó, ở khu vực châu Á (Đông Á - khu vực cận xích đạo) mùa vụ sinh sản chính lại vào mùa mưa (mùa nhiệt độ thấp). Như vậy, mùa vụ sinh sản của giống cá này khác nhau rõ rệt ở hai nửa bán cầu Đông – Tây. Tuy nhiên, loài *P. multiradiatus* lại có mùa sinh sản chính vào mùa hè (mùa có nhiệt độ cao) ở Đài Loan.

Hiện đã có một số nghiên cứu về đặc điểm sinh học sinh sản của cá Tỳ bà ở cấp độ loài [25], [39], [40], [42], [45]. Tuy nhiên, cũng có nhiều nhóm nghiên cứu mô tả dưới cấp độ nhóm loài *Pterygoplichthys* spp. bao gồm: *P. disjunctivus*, *P. pardalis* và nhóm trung gian giữa hai loài kể trên [11], [49]. Bên cạnh đó, các vấn đề về con lai giữa 2 loài *P. disjunctivus* và *P. pardalis* cũng đã được ghi nhận nhiều nơi trên thế giới [6], [35].

1.2. Tác động của giống cá Tỳ bà *Pterygoplichthys*

1.2.1. Tác động tới sinh thái và môi trường

Làm gián đoạn chuỗi thức ăn: Với tập tính ăn tảo và mảnh vụn trong thủy vực, cá Tỳ bà làm thay đổi và giảm lượng thức ăn tự nhiên như: thực vật phù du và chất lơ lửng trong thủy vực. Tập tính lùng sục khi kiếm ăn của chúng thường làm lớp bùn ở nền đáy bị khuấy trộn, ảnh hưởng đến quá trình lắng đọng trầm tích, tăng độ đục và làm ảnh hưởng tới kích cỡ trầm tích của nền đáy [24]. Chúng có thể gây ra vấn đề về chất lượng nước, sự nở hoa của vi tảo và thay đổi lượng dinh dưỡng sẵn có trong thủy vực cho sinh vật phù du [28]. Thêm vào đó, các chất dinh dưỡng có thể bị chuyển hóa sớm từ dạng có thể được tiêu thụ và chuyển hóa trong lưới thức ăn thành dạng mà chỉ có nhóm phân hủy (vi khuẩn, nấm) mới sử dụng được [28]. Nói cách khác, các chất dinh

đường nền đáy sẽ bị chuyển hóa sớm hơn bình thường trong chuỗi thức ăn. Sự phát triển quần thể của cá Tỳ bà cũng làm giảm chỗ bám cho côn trùng nước, một mắt lưới quan trọng trong chuỗi thức ăn của các loài cá sống trong suối ở khu vực Bắc Mỹ [24]. Sự gián đoạn trong chuỗi thức ăn không chỉ giới hạn trong các thủy vực sông suối, mà nó còn có thể diễn ra ở các khu vực hạ lưu sông do một số loài cá Tỳ bà (ví dụ như *P. gibbiceps*, *P. pardalis*) tìm kiếm, lùng sục các mảnh vụn thức ăn ở khu vực hạ lưu các con sông [50].

Cạnh tranh thức ăn và nơi cư trú với các loài bản địa, ảnh hưởng tới cân bằng sinh học, giảm đa dạng sinh học: Tác động về mặt sinh thái môi trường gây ra bởi các loài cá Tỳ bà thường do cạnh tranh trực tiếp về thức ăn và không gian [28], [31]. Do tập tính kiếm ăn, cộng với sức sinh sản lớn và mật độ cao, cá Tỳ bà có ảnh hưởng đáng kể tới thành phần các loài sinh vật và môi trường thủy sinh [24].

Tác động tới các loài cá: Cá Tỳ bà đã được báo cáo là cạnh tranh về thức ăn và nơi cư trú của các loài cá bản địa như: cá Vân tia (*Dionda diaboli*) [28], cá Rô phi [31], cá Bống (darters), cá Mèo (madtoms), cá Đầu bò (bullhead catfishes), cá Tuyết (central stoneroller) [24], cá Tuế (minow) [51], cá Tuyết (*Campostoma anomalum*) và cá Killi (*Jordanella floridae*) [28]. Các ví dụ cụ thể được phân tích dưới đây.

Cá Tỳ bà có khả năng trở thành một loài cạnh tranh trực tiếp với các loài cá bản địa tại các thủy vực suối của khu vực miền Trung và miền Tây của Texas [28]. Do cá Tỳ bà là loài ăn đáy có kích thước khá lớn, nó có thể gây hại tới các loài sống đáy có kích thước nhỏ hơn, ít hung dữ hơn và chống chịu yếu với biến động môi trường (ví dụ như cá Bống “darters”, cá Mèo “madtoms” và cá Đầu bò “bullhead catfishes”). Ví dụ như sự suy giảm về số lượng và khu vực phân bố của cá Tuyết “central stoneroller” ở khu vực sông San Antonio đồng nghĩa với sự gia tăng về số lượng và khu vực phân bố của cá Tỳ bà [52]. Tương tự, Stevens và cộng sự (2006) báo cáo rằng khu hệ cá đặc trưng ở cửa sông Peace và phía trên cảng Charlotte của Mỹ được thay thế bằng một quần xã mới đơn giản hơn, trong đó có cá Mèo “brown hoplo” (*Hoplosternum littorale*) và cá Tỳ

bà (*Pterygoplichthys* spp.) [15]. Theo báo cáo của cơ quan quản lý nguồn lợi cá và động vật hoang dã của Mỹ, cá Tuế “minnow” tại khu vực sông Devils đang bị đe dọa bởi cá Tỳ bà. Năm 1997, Garrett và cộng sự lần đầu tiên ghi nhận sự xuất hiện của cá Tỳ bà tại nhánh sông San Felipe. Các cuộc khảo sát tại khu vực này 4 - 6 năm sau đó đã thấy rằng, cá Tỳ bà sinh sản và chiếm ưu thế so với các quần thể cá khác [53]. Quần thể cá Tỳ bà đã được ghi nhận ở sông San Antonio, Texas và có nguy cơ cạnh tranh với loài *Dionda episcopa* bản địa do chúng có cùng phổ thức ăn [24], [52]. Mặc dù các loài *Dionda* khá phổ biến ở các nhánh sông chạy dọc qua miền Trung Texas, tại thời điểm khảo sát không thể tìm thấy chúng ở khu vực sông San Antonio. Điều này dấy lên lo ngại rằng tại khu vực sông này, có thể loài bản địa *Dionda* đã bị thay thế bởi các loài cá Tỳ bà [52].

Một số loài cá ăn thực vật bản địa ở khu vực Bắc Mỹ như cá Tuyết “central stoneroller” (*Campostoma anomalum*) và loài “Florida flagfish” (*Jordanella floridae*) là những loài thuộc họ cá Tuế (minnow) có kích thước nhỏ (12 cm), vòng đời tương đối ngắn (4 năm), khả năng sinh sản thấp, ít có khả năng chống chịu với các điều kiện như thiếu oxy, nắng hạn. Do đó, các loài cá này sẽ gặp bất lợi khi phải cạnh tranh với các loài cá cùng phổ thức ăn mà có kích thước lớn hơn (> 15 cm), sống lâu hơn, sức sinh sản lớn, chịu đựng tốt với các biến động môi trường như cá Tỳ bà [28].

Một tác động có hại khác của cá Tỳ bà là chúng có thể ăn lẫn trứng dính của các loài bản địa trên nền đáy các thủy vực [24], ốc và một số loại sinh vật đáy khác [32]. Cá Tỳ bà *Pterygoplichthys multiradiatus* cạnh tranh trực tiếp và cản trở quá trình đẻ trứng của các loài cá bản địa [28]. Tại khu vực hồ Okeechobee (Mexico), quá trình tìm kiếm thức ăn và đào hang ở đáy của thủy vực đã phá hủy nhóm thực vật ngập nước, ảnh hưởng tới quá trình sinh sản của các loài cá bản địa [28].

Tác động tới thực vật thủy sinh: Cá Tỳ bà có tập tính cày xới nền đáy của các thủy vực, thỉnh thoảng đầu của chúng có thể cắm trong nền đáy thủy vực, còn đuôi thì quẫy liên tục [24]. Tập tính này có thể làm bật rễ hoặc đứt rễ

của thực vật thủy sinh, làm giảm diện tích nền đáy có thực vật thủy sinh bao phủ, tạo ra một lớp màng ngăn cản sinh vật đáy với ánh sáng mặt trời [28].

Tác động tới côn trùng nước: Cũng do ăn tảo và mảnh vụn, cá Tỳ bà có thể làm thay đổi hoặc làm giảm lượng thức ăn và nơi cư trú sẵn có trong thủy vực của các loài côn trùng nước, làm cho các loài này dễ bị tấn công và ăn thịt bởi các loài cá khác [5], [54]. Tác động của loài *Chaetostoma milesi* (cá Tỳ bà có vây lưng nhỏ hơn 10 tia vây) lên quần xã côn trùng được nghiên cứu trong điều kiện thí nghiệm (trong các suối nhân tạo mô phỏng theo điều kiện ở khu vực Trung và Nam Mỹ). Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng hoạt động tìm kiếm thức ăn của cá Tỳ bà ảnh hưởng trực tiếp lên phân bố và sự phong phú về nguồn thức ăn, chỗ bám, ẩn nấp của côn trùng sống trong suối (cá Tỳ bà không ăn các nhóm côn trùng này) [55].

Tác động tới các loài chim: Cá Tỳ bà thường tương đối lớn, ít di chuyển và là con mồi khá hấp dẫn cho các loài chim ăn cá. Tuy nhiên, các gai nhọn và cứng của chúng thường gây chết cho những con chim nuốt chúng. Báo cáo cho thấy có 20 con bò nông nâu bị chết do ăn phải cá Tỳ bà, nhưng các nhà quản lý cho rằng số lượng thực tế có thể lớn hơn rất nhiều [32].

Tác động tới động vật có vú ở nước: Cá Tỳ bà (*Pterygoplichthys*) có thể cạnh tranh chỗ trú đông của loài Lợn biển (*Trichechus manatus latirostris*), một loài đang bị đe dọa, ở khu vực suối Blue Spring ở Florida, Mỹ [56]. Cá Tỳ bà bám trên bề mặt cơ thể của Lợn biển để ăn tảo cũng như các sinh vật sống trên da của Lợn biển. Trong thời gian nghiên cứu tại khu vực suối Blue Spring ở Florida, Mỹ, cá Tỳ bà thường xuyên bám quanh Lợn biển đặc biệt là khi Lợn biển nằm nghỉ không di động. Cá Tỳ bà bám vào hầu hết bề mặt cơ thể của Lợn biển bao gồm đầu, mũi, lưng, bụng, giữa thân, đuôi của cả Lợn biển con và Lợn biển trưởng thành [56]. Việc cá Tỳ bà ăn tảo và sinh vật bám trên bề mặt của Lợn biển có thể có lợi cho Lợn biển như loại bỏ được ký sinh trùng ngoại ký sinh, các mô bệnh trên da, tuy nhiên, việc này cũng có thể gây hại cho Lợn biển. Do một cá thể cá Tỳ bà có thể bám trên nhiều con Lợn biển, chúng có thể làm vectơ trung gian trong việc truyền bệnh giữa các cá thể Lợn biển [57].

Thêm vào đó, sự tồn tại của tảo và các sinh vật bám trên da Lợn biển có thể đóng một vai trò nào đó trong việc bảo vệ Lợn biển khỏi các tác nhân bên ngoài như tia UV hoặc nhiệt. Trong trường hợp này, việc cá Tỳ bà loại bỏ lớp tảo và các sinh vật bám trên da có thể có tác động tiêu cực đến Lợn biển [56].

Tác động lên nền đáy và gây sạt lở bờ của thủy vực: Trong cả thủy vực tự nhiên và thủy vực mới xâm lấn, cá Tỳ bà đều có tập tính đào hang làm tổ [57]. Các tổ này thường sâu từ 50 đến 100 cm và có chiều rộng bằng chiều ngang của cá. Chúng sử dụng các hang ở bờ của thủy vực (có độ nghiêng nhất định) để làm nơi đẻ và canh giữ trứng. Các hang này thường được đào và giữ bởi cá đực. Trong các khu vực mà cá Tỳ bà phân bố nhiều, các hang thường được tìm thấy khá nhiều tại các khu vực bờ có điều kiện phù hợp. Các hang của cá Tỳ bà thường tập trung với nhau thành từng cụm có khi lên đến vài chục hang trong cùng một khu vực nhỏ [24], [57]. Tại các thủy vực lớn, số lượng hang của cá Tỳ bà có thể lên tới hàng trăm hoặc hàng ngàn cái. Các hang này có thể gây ra hậu quả nghiêm trọng tới hiện tượng sạt lở bờ sông. Có thể khi mật độ của các hang này càng lớn thì khả năng sạt lở, xói mòn của bờ sông càng gia tăng [24], [57]. Hệ quả của sự sạt lở và xói mòn này làm tăng độ đục của nước và ảnh hưởng tới nền đáy và sự lắng bùn [24], [28], [57]. Tại khu vực hồ chứa Wahiawa (Mỹ), số lượng hang được đào tương đương với việc tạo ra 150 tấn bùn [24]. Tại một thủy vực ở Nam Florida, sự sạt lở bờ thủy vực do cá Tỳ bà gây ra ước tính khoảng 0,6 – 1 m sau mỗi đợt mưa lớn (tương đương khoảng 4 m mỗi năm) [24]. Tập tính đào hang và lựa chọn địa điểm sinh sản có thể gây ra tác hại cho thủy vực. Mức độ nghiêm trọng và cách đánh giá các tác động này cần được nghiên cứu riêng cho từng loại thủy vực [28].

Truyền bệnh cho các loài bản địa: Do là loài ngoại lai, cá Tỳ bà thuộc họ Loricariidae có thể mang theo các tác nhân gây bệnh truyền nhiễm mà các loài bản địa không thích nghi hoặc không kháng lại [28]. Do đó, chúng có thể đóng vai trò làm vector truyền bệnh cho các loài bản địa. Một số loài ký sinh trùng (*Ichthyophthirius multifiliis*; *Urocleidoides vaginoclastrum*, *Heteropriapulius heterotylus*; *Clinostomum* sp.) được tìm thấy trên cá Tỳ bà (*Pterygoplichthys*

pardalis và *P. disjunctivus*) [58]. Nhìn chung các loài cá Tỳ bà có khả năng kháng một số bệnh như sán lá, giun tròn và ký sinh trùng đơn bào [28]. Một số loài cá Tỳ bà được báo cáo có liên quan tới loài ký sinh trùng đơn bào *Trypanosoma danilewskyi*, loài này lại có khả năng gây bệnh xuất huyết, thiếu máu và thường dẫn tới tỷ lệ chết cao ở một số loài thuộc họ cá Chép nước lạnh ví dụ như: cá Chép, cá Vàng hay cá “Tinca” [59]. Ấu trùng của một loại muỗi gây bệnh trên động vật được tìm thấy ở lớp gai cứng ở miệng của một số loài cá Tỳ bà [28]. Một loài ký sinh trùng không xác định được tìm thấy trên da, vây và mang của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys gibbiceps*. Tỷ lệ chết có thể lên tới 100% sau từ 7 tới 14 ngày nếu như loài ký sinh trùng này không được xử lý (với malachite green, formaline hoặc thay đổi độ mặn của nước) do loài ký sinh trùng này có khả năng hình thành bào nang [60]. Gần đây, lần đầu tiên ghi nhận bệnh viêm biểu mô Epitheliocystic trên một số đối tượng cá nước ngọt tại Việt Nam, trong đó, có cá Tỳ bà và mức độ nhiễm bệnh của các loài cá này cần được theo dõi thêm [61].

1.2.2. Tác động tới kinh tế - xã hội và con người

Tác động tới sản lượng đánh bắt thủy sản: Cá Tỳ bà được coi là một mối đe dọa nghiêm trọng đối với nghề thủy sản nước ngọt tại khu vực Eurasia, Florida và khu vực Bắc Mỹ [51], Mexico [28], [44]. Ở Mexico, báo cáo đầu tiên về sự xuất hiện của cá Tỳ bà (*P. multiradiatus*) được ghi nhận vào năm 1997. Tới năm 2009, cá Tỳ bà đã có ảnh hưởng nghiêm trọng tới sản lượng cá, một vài loài thuộc họ cá Tỳ bà đã bắt đầu xâm lấn ở thủy vực hồ chứa Infiernillo (một trong những hồ chứa nước ngọt lớn nhất của Mexico với 120 km chiều dài, 40.000 ha diện tích bề mặt và chứa 2.250 tỷ m³ nước). Lưu vực hồ chứa này có nghề thủy sản nước ngọt lớn nhất của Mexico (trong đó cá rô phi chiếm 90% lượng cá trong thủy vực và sản lượng cá rô phi chiếm 20% sản lượng cá nước ngọt của Mexico). Trước khi cá Tỳ bà xuất hiện tại thủy vực, ngư dân thường đánh bắt được khoảng 20.000 tấn cá rô phi mỗi năm. Năm 2009 khi cá Tỳ bà xâm lấn, ngư dân chỉ đánh bắt được khoảng 13.000 tới 15.000 tấn cá rô phi mỗi năm [31]. Các nghiên cứu khác tại khu vực hồ chứa Infiernillo cũng

chỉ ra rằng, sản lượng cá Tỳ bà đã tăng từ 30 đến 90% trong tổng sản lượng cá đánh bắt được phụ thuộc vào từng vị trí trong hồ chứa [44]. Rất khó để xác định chính xác khối lượng cá Tỳ bà đánh bắt được bởi đa phần chúng được ném trở lại thủy vực, chỉ một lượng nhỏ trong số đó được mang lên bờ [31].

Tại Mỹ, sự xâm lấn của quần thể cá Tỳ bà được báo cáo là làm giảm sản lượng cá đánh bắt [28] và làm thay đổi tỷ trọng giữa các loài cá được đánh bắt tại các thủy vực bị xâm lấn [62]. Ví dụ như ở hồ Okeechobee, Florida, năm 2005, cá Tỳ bà đứng thứ 7 trong số các loài cá được đánh bắt ở thủy vực này. Năm 2006, cá Tỳ bà đứng thứ 5 vượt qua cá Cờ “silverside” và cá bass “largemouth bass”. Đáng chú ý là từ năm 2005 đến 2006, cá Tỳ bà là giống cá duy nhất tăng về số lượng được đánh bắt mỗi giờ. Tương tự như vậy, trong các loài cá được khảo sát, cá Tỳ bà là nhóm duy nhất tăng 54% về tổng khối lượng đánh bắt giữa các năm [62].

Tác động tới cơ sở vật chất và quản lý: Khi bị bắt, cá Tỳ bà thường dựng ngạnh (vây cứng) lưng, ngạnh bụng lên và mắc vào lưới của ngư dân, dẫn tới ngư dân buộc phải cắt lưới để gỡ cá Tỳ bà. Cá Tỳ bà được báo cáo là làm rách, làm bẩn và vướng các thiết bị đánh bắt thủy sản [51], làm hỏng ngư cụ và thuyền của ngư dân [28] và do đó, làm tăng chi phí xăng dầu và ngăn cản nghề đánh bắt thủy sản [51]. Sự xâm lấn của quần thể cá Tỳ bà có tác động tiêu cực như việc tăng chi phí để chống sạt lở bờ thủy vực ở những khu vực có cá Tỳ bà phân bố, làm hỏng các công cụ đánh bắt (ví dụ như tại hồ Okeechobee, Mỹ). Thiệt hại kinh tế liên quan đến việc sạt lở bờ sông ở các khu vực có dân cư đông đúc ở Florida (do cá Tỳ bà làm tổ ở bờ sông) khoảng 1,5 đến 2 triệu đô mỗi năm. Những thiệt hại kinh tế và môi trường gây ra bởi các loài cá Tỳ bà chưa được đánh giá toàn diện và do đó còn nhiều quan điểm khác nhau về mức độ thiệt hại gây ra bởi giống cá này giữa các nhà khoa học [28].

Tác động tới sức khỏe con người: Cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. ở Philippines được báo cáo là có khả năng tích tụ kim loại nặng (chì 0,0573 mg/kg - 0,1900 mg/kg (khối lượng toàn thân) và nhiễm vi khuẩn coliform trong cơ thịt [63]. Tương tự, thủy ngân được phát hiện trong cơ thịt, gan và mang của cá Tỳ

bà (*P. pardalis*) ở khu vực phía Tây lưu vực sông Amazon vào mùa lũ [64]. Như vậy, nếu sử dụng cá Tỳ bà làm thức ăn thì có thể sẽ bị ảnh hưởng tới sức khỏe. Trong đa số các trường hợp, ngư dân thường không ăn cá Tỳ bà mà thường ném chúng lên bờ để cho chúng tự thối rữa và phân hủy. Khu vực cá bị phân hủy có thể tiềm ẩn nguy cơ đối với sức khỏe con người. Khi gỡ cá Tỳ bà ra khỏi lưới, ngư dân cũng có thể bị trầy xước hay rách da [44], [51].

Tác động tới đời sống xã hội: Cả tác động có lợi và có hại của giống cá Tỳ bà cần được xem xét. Tại Mỹ, sự xâm lấn của quần thể cá Tỳ bà có cả tác động tiêu cực và tích cực. Sự tác động của loài cá này phụ thuộc vào điều kiện kinh tế xã hội của từng địa phương. Ví dụ tại Florida, nghề thu hoạch trứng cá Tỳ bà để phục vụ buôn bán cá cảnh có tác động tích cực lên nền kinh tế [28], [62]. Các tác động tiêu cực thì chưa được đánh giá toàn diện. Tuy nhiên, bước đầu có thể ghi nhận tác động tiêu cực của cá Tỳ bà xâm hại trong việc tăng chi phí để chống sạt lở bờ thủy vực ở những khu vực có cá Tỳ bà phân bố, giảm sản lượng cá đánh bắt được, làm hỏng các công cụ đánh bắt, tốn thêm thời gian để đánh bắt được cùng lượng cá như trước, tốn nhân công để thu hoạch lượng cá như trước bằng phương pháp kéo lưới, tốn thêm chi phí để vớt bỏ cá Tỳ bà bắt được trong khu vực hồ Okeechobee [62]. Một nghiên cứu sử dụng số liệu về sản lượng đánh bắt cá trong vòng 22 năm tại bang Florida cho thấy, cá Tỳ bà làm gián đoạn sự ổn định của nghề đánh cá, làm giảm lợi nhuận và ảnh hưởng tiêu cực tới nghề thủy sản [65]. Khoảng 43.000 việc làm đã bị mất do ảnh hưởng của cá Tỳ bà tại khu vực hồ chứa Infiernillo, Mexico. Sự sụt giảm thu nhập trực tiếp từ việc khai thác thủy sản hay sự sụt giảm thu nhập gián tiếp từ các dịch vụ nghề cá như chế biến, kinh doanh đã ảnh hưởng đời sống của ngư dân và gia đình họ, làm gia tăng tỷ lệ đói nghèo trong cộng đồng [28], [44].

Như vậy, rõ ràng cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys* là những loài ngoại lai xâm hại đã gây tác động tiêu cực đến nhiều thủy vực ở nhiều quốc gia trên thế giới. Các báo cáo đã nêu rõ và cho thấy giống cá này tác động nghiêm trọng tới hệ sinh thái, đa dạng sinh học, kinh tế - xã hội, sức khỏe của động

thực vật và cả con người. Do đó, cần có các biện pháp để quản lý sự xâm lấn của chúng.

Ở Châu Âu có ít nhất 14 tiêu chí cần phải xem xét khi đánh giá nguy cơ của các loài ngoại lai [66] bao gồm: mô tả cơ bản về loài ngoại lai; khả năng xâm lấn, phân bố, phát tán và tác động; đánh giá con đường xâm nhập; đánh giá tác động lên đa dạng sinh học và hệ sinh thái; đánh giá tác động lên các chức năng và vai trò của hệ sinh thái; đánh giá tác động lên kinh tế xã hội; xem xét tình trạng và trạng thái của loài hoặc khu vực có khả năng bị ảnh hưởng (xem chúng có đang trong trạng thái bị đe dọa hoặc cần được bảo vệ hay không); đánh giá tác động trong bối cảnh biến đổi khí hậu; khả năng hoàn thành thậm chí trong hoàn cảnh không đủ thông tin; liệt kê các nguồn thông tin tham khảo; cung cấp một bản tóm tắt phù hợp, thống nhất và dễ hiểu; đề cập tới các thông tin và yếu tố chưa biết chắc chắn; đề cập tới việc đảm bảo chất lượng. Hiện nay, các nước phát triển như Australia, New Zealand, Hoa Kỳ, Nhật Bản đang rất chú trọng tới các biện pháp quản lý sinh vật ngoại lai. Các nước châu Á như Trung Quốc, Thái Lan, Malaysia cũng đang áp dụng nhiều biện pháp kiểm soát sinh vật nhập nội và quản lý sinh vật ngoại lai xâm hại.

Ở Việt Nam, mặc dù đã có nhiều luật, thông tư được ban hành để quản lý sinh vật ngoại lai như: Luật Đa dạng sinh học 2008, Luật bảo vệ môi trường 2014, các thông tư liên tịch năm 2013, 2018 về quản lý sinh vật ngoại lai của Bộ Tài nguyên và Môi trường với Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn v.v.. Tuy nhiên, các văn bản luật, Thông tư có thể chưa chặt chẽ, chưa đầy đủ, việc đánh giá tác động của các sinh vật nhập nội chưa được nghiên cứu nhiều và các nhà quản lý khó có thể kiểm soát được sự phát tán của các loài nhập nội. Bên cạnh đó, việc nhập các loài cá ngoại lai vào Việt Nam chủ yếu bằng con đường tiểu ngạch nên việc kiểm soát sinh vật ngoại lai càng khó khăn hơn. Hiện nay, đang có nhiều văn bản hướng dẫn của các Bộ ngành liên quan đề nghị các tổ chức rà soát lại các văn bản quy phạm pháp luật về quản lý sinh vật ngoại lai và sinh vật ngoại lai xâm hại. Các thông tin về đặc điểm sinh học, tác động của sinh vật ngoại lai (bao gồm các loài cá Tỳ bà) khi du nhập vào Việt Nam sẽ là

quan trọng và cần thiết để bổ sung, điều chỉnh, ban hành các văn bản, luật trong việc quản lý sinh vật ngoại lai và bảo vệ đa dạng sinh học. Mặc dù, đã được quan tâm của các Bộ ngành, nhưng các nghiên cứu về sinh vật ngoại lai vẫn còn hạn chế. Do đó, việc nghiên cứu một cách tổng quát về đặc điểm hình thái, thành phần loài, phân bố và một số đặc điểm sinh học của giống cá Tỳ bà có ý nghĩa rất quan trọng trong việc tìm hiểu cơ chế thích nghi, mở rộng vùng xâm lấn và các tác động tiềm ẩn. Các dẫn liệu thu được và các minh chứng khoa học sẽ góp phần đưa ra các giải pháp quan trọng trong việc ngăn chặn sự xâm hại của giống cá này và nâng cao nhận thức cộng đồng trong bối cảnh an toàn sinh học còn chưa được đề cập và hiểu rõ. Từ những phân tích và bình luận trên, các câu hỏi nghiên cứu được đặt ra trong luận án này là: Đặc điểm hình thái và những biến đổi về kiểu hình của các loài cá Tỳ bà thu được như thế nào? Có bao nhiêu loài và phân bố của chúng ở các thủy vực miền Nam Việt Nam hiện nay như thế nào? Đặc điểm sinh học sinh sản và đặc điểm dinh dưỡng của cá Tỳ bà khi xâm lấn vào các thủy vực ở miền Nam Việt Nam như thế nào?

CHƯƠNG 2.
PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu

2.1.1. Đối tượng

Cá Tỳ bà thuộc giống *Pterygoplichthys* (họ Loricariidae).

2.1.2. Địa điểm và thời gian nghiên cứu

Địa điểm nghiên cứu ở phạm vi các thủy vực ở miền Nam Việt Nam, bao gồm:

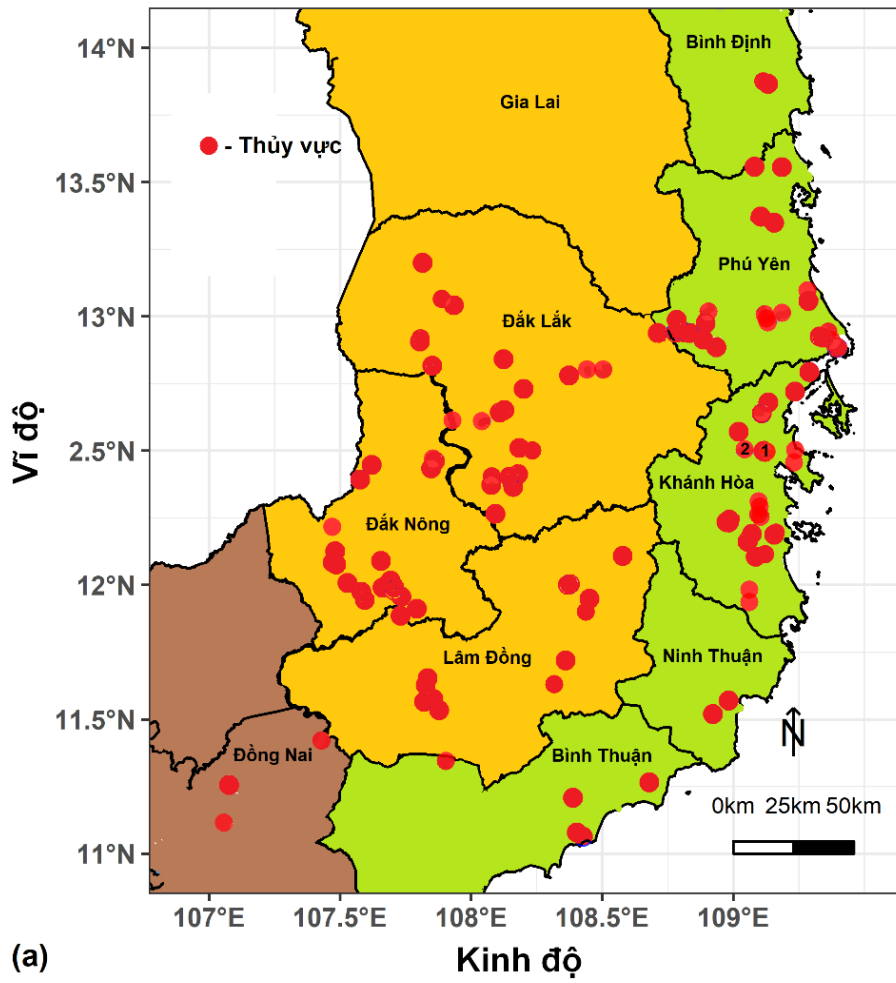
Xác định đặc điểm hình thái và dinh dưỡng của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. được thu từ 9 thủy vực ở 3 tỉnh Khánh Hòa, Đắk Lắk và Đắk Nông từ tháng 12/2016 đến tháng 2/2017.

Khảo sát về phân bố của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. được tiến hành từ tháng 4/2018 đến tháng 12/2018 tại 132 thủy vực ở 14 tỉnh miền Nam Việt Nam, bao gồm: Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Lâm Đồng, Đắk Lắk, Đắk Nông, Đồng Nai, Ninh Thuận, Bình Thuận, Cần Thơ, Đồng Tháp, Sóc Trăng, Trà Vinh, An Giang (Hình 2.1, Phụ lục 1).

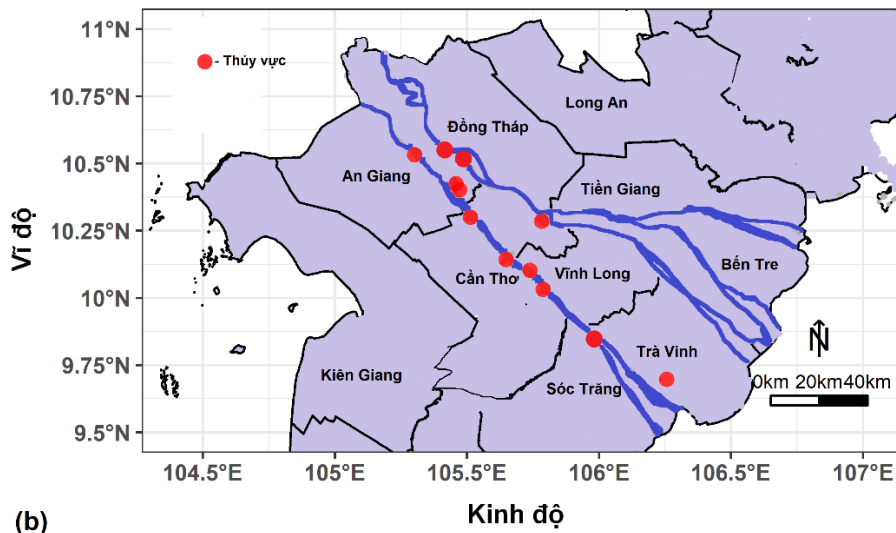
Đặc điểm sinh học sinh sản của cá Tỳ bà (*P. disjunctivus*) được thu từ tháng 3/2019 đến tháng 2/2020 tại 2 thủy vực đặc thù ở tỉnh Khánh Hòa là sông Dinh - nước chảy (thủy vực số 1 ở Hình 2.1) và hồ Suối Trầu - nước tĩnh (thủy vực số 2 ở Hình 2.1).

Bảng 2.1: Thời gian, địa điểm và số lượng mẫu thu thập cho việc thực hiện các nội dung nghiên cứu

Nội dung	Số thủy vực (Địa điểm)	Thời gian thu mẫu	Thời gian phân tích	Số mẫu phân tích
Xác định phân bố	132 thủy vực ở miền Nam	4/2018 - 12/2018	- 2018 - 2021	965
Xác định phân bố ở vùng cửa sông	Cửa sông Đà Rằng, Phú Yên	2/2021	2021 - 2022	24
Đặc điểm hình thái cá <i>Pterygoplichthys</i> spp.	9 thủy vực ở Khánh Hòa, Đắk Lắk và Đắk Nông	12/2016 - 2/2017	- 12/2016 - 2021	78
Thành phần loài	132 thủy vực ở miền Nam	4/2018 - 12/2018	- 4/2018 - 2021	343
Đặc điểm sinh sản	2 thủy vực ở Khánh Hòa	3/2019 - 2/2020	- 3/2019 - 2022	662 (359 + 303)
Đặc điểm dinh dưỡng	9 thủy vực Khánh Hòa, Đắk Lắk và Đắk Nông	12/2016 - 2/2017	- 12/2016 - 2021	40



(a)



(b)

Hình 2.1: Địa điểm nghiên cứu: (a) – Vùng Duyên hải Nam Trung Bộ và Tây Nguyên; (b) – Vùng Đồng bằng sông Cửu Long; Thủy vực số 1 – Sông Dinh (Khánh Hòa); Thủy vực số 2 – Hồ Suối Trầu (Khánh Hòa)

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu mẫu

Ngư cụ thu mẫu: Tại các thủy vực, mẫu cá Tỳ bà được thu bởi ngư dân địa phương bằng các ngư cụ chuyên dụng như: sử dụng lưới rê có kích thước 2a khác nhau (thường mắt lưới 2a có kích thước từ 2 x 2 cm đến 4 x 4 cm), lưới có thể là lưới đơn hoặc lưới 3 màng; các loại lò có chiều dài từ 7 – 9 m (mắt lưới 2a thường 1 x 1 cm); các loại chài có chiều dài và mắt lưới khác nhau (thường mắt lưới 1 x 1 cm, dài 3 – 4 m); các loại vó kéo có chiều rộng khác nhau ở mỗi thủy vực (vó có thể kéo bằng tay hoặc máy); đối với nghiên cứu về đặc điểm sinh sản, cá được đánh bắt bằng lưới rê 2a (2 x 2 cm) để đảm bảo về tính đồng nhất ngư cụ ở 2 thủy vực nước chảy và nước tĩnh (Hình 2.2).



Hình 2.2: Các loại ngư cụ thường đánh bắt cá Tỳ bà: (a) – lưới rê; (b) – lò; (c) – chài; (d) – vó

Phương pháp đánh bắt:

- Đánh bắt bằng lưới rê: lưới được thả qua đêm từ khoảng 16 giờ ngày hôm trước đến 4 – 5 giờ sáng hôm sau;

- Đánh bắt bằng lò: thông thường lò được thả qua đêm từ khoảng 16 giờ ngày hôm trước đến 4 – 5 giờ sáng hôm sau. Tuy nhiên, tại một số địa điểm ngư dân cũng có thể thả lò vào buổi sáng và thu lò vào buổi chiều;

- Đánh bắt bằng chài: đánh bắt vào ban ngày bởi các ngư dân địa phương;

- Đánh bắt bằng vó kéo: vó kéo được kéo theo thời gian do ngư dân địa phương sắp xếp (thông thường khoảng 30 – 60 phút kéo vó 1 lần).

2.2.2. Phương pháp bảo quản và vận chuyển mẫu

- *Phân tích hình thái và dinh dưỡng*: Mẫu sau khi thu được cố định bằng Formaldehyde 10%. Sau đó, mẫu được vận chuyển về phòng thí nghiệm Chi nhánh Ven biển, TTND Việt – Nga, số 30 Nguyễn Thiện Thuật, Nha Trang, Khánh Hòa.

- *Xác định thành phần loài*: Mẫu sau khi thu được vận chuyển sống tới các địa điểm phân tích mẫu (bờ các thủy vực hoặc các nhà dân) hoặc vận chuyển sống về phòng thí nghiệm Chi nhánh Ven biển, TTND Việt – Nga, số 30 Nguyễn Thiện Thuật, Nha Trang, Khánh Hòa.

- *Xác định đặc điểm sinh học sinh sản*: Cá sau khi thu được vận chuyển sống về phân tích tại phòng thí nghiệm Chi nhánh Ven biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt – Nga, Nha Trang, Khánh Hòa.

- *Phương pháp vận chuyển sống*: Cá sau khi thu được sẽ được vận chuyển sống bằng các xô nhựa 100 L và sục khí liên tục (sục khí pin SB - 960).

2.2.3. Phương pháp xác định các thông số môi trường cơ bản của thủy vực

Các thông số môi trường cơ bản của các thủy vực nghiên cứu được xác định bằng máy đo đa chỉ tiêu Hanna HI 9829 (Hanna, Rumania) và máy đo tốc độ dòng chảy Global Water (Emin, Đài Loan). Sử dụng GPS để xác định tọa độ và độ cao so với mực nước biển của các thủy vực. Thu mẫu nước ở các độ sâu khác nhau của thủy vực bằng thiết bị Beta Van Dorn 3-1120-G42 (Wildco, Mỹ), xác định độ mặn bằng khúc xạ kế RHS-10ATC (Kelilong Electron, Trung Quốc).

2.2.4. Phương pháp xác định phân bố của cá Tỳ bà

Xác định phân bố của cá Tỳ bà tại các thủy vực được thực hiện bằng phương pháp thu mẫu thực địa. Các thủy vực xác nhận có phân bố khi ít nhất một mẫu cá Tỳ bà được thu tại thủy vực đó. Thời gian xuất hiện cá Tỳ bà ở các thủy vực được xác định dựa trên thông tin khảo sát từ ngư dân địa phương (mỗi thủy vực khảo sát ít nhất 3 ngư dân và kết hợp hình ảnh nhận dạng), tham khảo từ các nghiên cứu trước [8], [9] và dữ liệu thu được của các nghiên cứu trước đây của nhóm nghiên cứu [67].

2.2.5. Phương pháp thu thập các chỉ tiêu hình thái

Chụp hình mẫu: Tại phòng thí nghiệm, mẫu được gắn nhãn, chụp hình mặt lưng, mặt bụng và mặt bên trái của cá để thực hiện các phân tích hình thái (Hình 2.3).



Hình 2.3: Các mặt chụp hình của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* sp.: (a) – mặt lưng, (b) – mặt bụng và (c) – mặt bên

Xác định khối lượng cá: Khối lượng cá được xác định bằng cân điện tử SHUN DA Digital Scale SD03-KS, có độ chính xác 0,1 g và cân điện tử Electronic Precision Balance KD-TBED-3000 có độ chính xác 0,01 g; bao gồm: xác định khối lượng toàn thân (W_t) và khối lượng bỏ nội quan (W_{wi}).

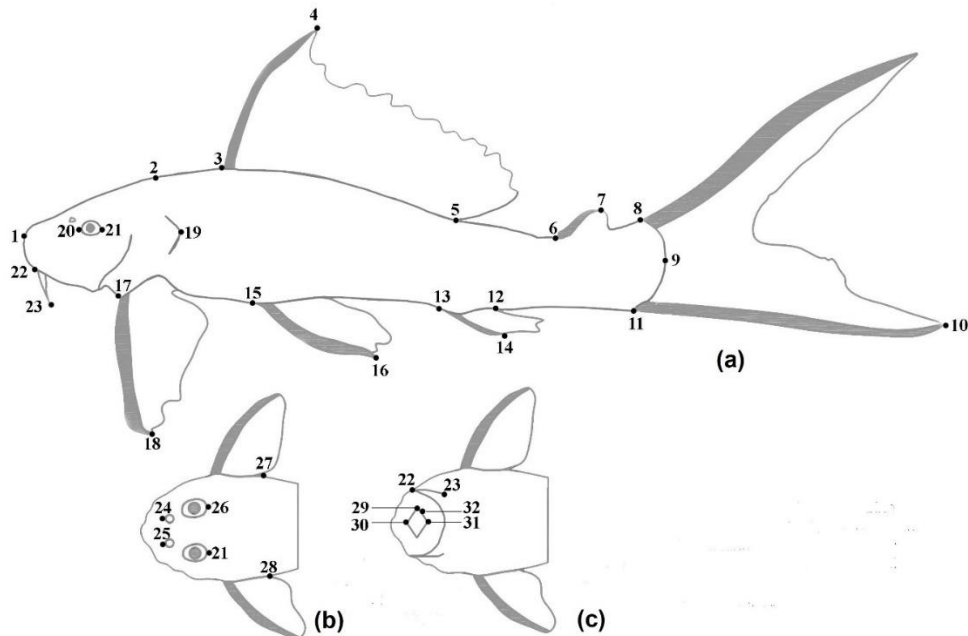
Xác định chiều dài cá: Chiều dài cá được xác định bằng thước có độ chính xác 0,1 mm, bao gồm: chiều dài toàn thân (L_t) và chiều dài chuẩn (L_s).

Xác định các chỉ tiêu đếm: Các chỉ tiêu đếm bao gồm: số tia vây lưng (D), số tia vây ngực (P), số tia vây bụng (V), số tia vây hậu môn (A), số tia vây đuôi (C) và số vây đường bên. Các tia vây mềm (phân nhánh) được kí hiệu bằng số Ả Rập. Các tia vây cứng (1 đến 2 tia vây cứng – không phân nhánh) được kí hiệu bằng số La Mã. Số lượng đốm sọc được xác định bằng phương

pháp đếm số đốt sống. Các chỉ tiêu đếm được thực hiện ở mặt bên trái cơ thể cá [2], [3], [68].

Xác định các chỉ tiêu đo: Các chỉ tiêu đo được xác định bằng thước kẹp có độ chính xác 0,1 mm. Đo các chỉ tiêu được thực hiện ở mặt bên trái của cơ thể cá. Đối với các chỉ tiêu bên trái bị đứt, gãy trong quá trình đánh bắt được đo bằng các chỉ tiêu ở bên phải [69]. Các chỉ tiêu đo về hình thái được xác định và định nghĩa theo Hình 2.4, Phụ lục 5. Giải thích các mốc đo theo Phụ lục 6.

Xác định các dị hình về hình thái: Trong quá trình xác định các chỉ tiêu về hình thái, nếu có bất kỳ sự khác thường (dị hình) về hình thái của cá Tỳ bà, các chỉ tiêu dị hình cũng được mô tả.



Hình 2.4: Các mốc đo hình thái cá Tỳ bà: (a) – các mốc đo mặt bên trái; (b) – các mốc đo phần trên của đầu; (c) – các mốc đo phần dưới của đầu. Chú thích các mốc đo hình thái theo phụ lục 6

Định danh: Mẫu sau khi phân tích các chỉ tiêu hình thái ngoài được định danh theo khóa phân loại của Armbruster and Page (2006) [2].

2.2.6. Phương pháp xác định thành phần loài

Định danh loài bằng phương pháp hình thái theo khóa phân loại: các mẫu cá thu được sau khi thực hiện đo đếm các chỉ tiêu, phân tích hình thái ngoài

(vân bụng, vân đầu) được định danh tới loài theo khóa phân loại của Armbruster và Page (2006) [2].

Định danh loài bằng phương pháp di truyền phân tử:

Thu mẫu cho phân tích di truyền.

Sau khi được định danh bằng phương pháp phân tích hình thái theo khóa phân loại, một số mẫu đại diện về hình thái được lấy phần cơ lưng để phân tích di truyền. Mẫu cơ khoảng 1 cm² được lấy từ sống lưng của cá Tỳ bà và bảo quản trong dung dịch cồn 99%. Sau 24 đến 48 giờ, các mẫu này được thay cồn mới (cồn 99%).

Tách chiết DNA, phản ứng PCR và giải trình tự.

DNA được tách chiết từ 25 mg mẫu mô cơ của từng cá thể bằng bộ kit Wizard Genomic DNA Purification (Promega) theo hướng dẫn của nhà sản xuất (Thermo Fishes, Mỹ). Tách chiết DNA và thực hiện phản ứng PCR theo các kỹ thuật sử dụng cho các loài cá ngoại lai [70] với cặp mồi L1-H2 và các điều kiện của phản ứng PCR [6]. Sản phẩm thu được là 72 bp tRNA-Glu ở đầu 3', 1137 bp (379 axit amin) thuộc đoạn gen cytochrome b (cyt-b) và 38 bp tRNA-Thr ở đầu 5'. Vùng trình tự tRNA-Glu-Thr cyt-b tRNA-Thr thuộc cytochrome b (cyt-b) thường được sử dụng để định danh các loài cá da trơn họ Loricariidae bao gồm cả giống *Pterygoplichthys*, *Hypostomus* và các thông tin về đoạn gen này khá phổ biến đã được công bố trong nhiều nghiên cứu trước đây [6], [71], [72]. Giải trình tự hai chiều được thực hiện bằng hệ thống máy tự động ABI 3730 theo hướng dẫn của nhà sản xuất. Các phân tích sơ bộ, kết nối và chỉnh sửa trình tự được thực hiện trên ứng dụng Sanger Reads Editor của gói dữ liệu Unipro uGENE Version 1.32 [73]. Các trình tự được đăng ký trên ngân hàng Gen quốc tế (NCBI) với mã số MN656203 – MN656317 (Phụ lục 8).

Xử lý trình tự và xây dựng cây phát sinh loài.

Các trình tự được dóng hàng bằng cách sử dụng phần mềm MAFFT Version 7 [74]. Phần mềm ModelFinder Version 1.6 [75] trên công thông tin của Trung tâm Tin Sinh Tích hợp Vienna, Áo [76] được sử dụng để khảo sát mô hình xây dựng cây phát sinh loài thích hợp. Mô hình có các tham số tốt nhất

được lựa chọn dựa vào giá trị Bayesian Information Criterion (BIC) nhỏ nhất [77]. Cây phát sinh loài được xây dựng bằng thuật toán Maximum likelihood (ML) và Bayesian inference (BI). Mô hình JC + I, K3Pu + F và TIM + F được lựa chọn để xây dựng cây phát sinh loài với các tham số phù hợp nhất. Đối với locus chuyển tiếp của gene *cyt-b*, đã xác định các mô hình thay thế cho mỗi vị trí của bộ ba mã hóa. Xây dựng cây phát sinh loài được tiến hành trên tập hợp 2 bộ dữ liệu: đối với locus mã hóa protein – theo vị trí của nucleotide trong codon, đối với các đoạn mã hóa RNA – sử dụng toàn bộ trình tự. Thuật toán ML được thực hiện bằng phần mềm IQ-TREE Version 1.6.11 [78]. Độ tin cậy của cây phát sinh loài được xác định theo phương pháp tính nhanh UFboot2 (1.000 lần lặp lại) [79]. Thuật toán BI được thực hiện bằng chương trình BEAST2 Version 2.5.2 [80] và xác suất hậu nghiệm của thuật toán BI được xác định [81]. Phân tách các nhánh trên cây phát sinh loài được xác định bằng cách sử dụng gói dữ liệu splits [82] trong phần mềm R. Các số liệu hiển thị trên cây phát sinh loài rút gọn là các giá trị tương ứng của xác suất hậu nghiệm của thuật toán BI (số thứ nhất) và giá trị bootstrap của thuật toán ML (số thứ hai). Các trình tự thuộc giống *Hypostomus* từ ngân hàng Gen được sử dụng làm nhóm ngoại tham chiếu, bao gồm: *H. plecostomoides* (KT932772), *H. boulengeri* (KT932770), *H. commersoni* (KT932773), *H. ancistroides* (KT932767), *H. strigaticeps* (KT932758) và *H. derbyi* (KT932765) [72]. Những trình tự của các loài này phổ biến ở Nam Mỹ, có phạm vi phân bố rộng, hệ thống phân loại được xác định và có độ tin cậy cao [72]. Do đó, giống *Hypostomus* được sử dụng là nhóm ngoại tham chiếu tốt cho giống *Pterygoplichthys*. Các trình tự có sẵn trên ngân hàng Gen được tham khảo từ các nghiên cứu gồm: HQ267774, HQ267775, HQ267776, HQ267777, HQ267778, HQ267779, HQ267780, HQ267783 [6]; KT239003, KT239004, KT239005, KT239016, KT932775, KT932777 [71]; KR491679 [83]; NC_015747, AP012021 [84]; NC_025584 [85]; KP960118 [86]. Các trình tự chưa công bố ở Philippines: KJ533260, KJ533261, KJ533262, KJ533263 và ở Trung Quốc: KT731740; KT731741, KT731742, KT731743, KT731744, KT731745. Phân tích BEAST2 được chạy

MCMC 4 lần độc lập, 100 triệu thế hệ trên mỗi lần, chọn thế hệ thứ 100.000 với phép loại trừ 10%. Sau khi tìm được sự tương thích hoàn toàn ở các nhánh chính khi sử dụng hai phương pháp BI và ML, cây BI được chọn đại diện để xây dựng mô hình tiến hóa trên cơ sở xác định và hiệu chỉnh các nhánh phân loại. Cây ma trận Bayesian của *Pterygoplichthys* spp. với nhóm ngoại *Hypostomus* spp. được phân định dưới dạng các cột kết hợp bằng các phương pháp ABGD (Automatic Barcode Gap Discovery), bGMYC (Bayesian general mixed Yule-coalescent) và mPTP (Multirate Poisson Tree Processes). Mạng lưới Haplotype được xây dựng bằng phần mềm popART version 1.7 [87], bằng phương pháp TCS đã được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu về phát sinh chủng loài [88]. Phân tích di truyền được thực hiện trên 115 mẫu cá Tỳ bà từ các thủy vực khác nhau ở miền Nam Việt Nam.

2.2.7. Phương pháp đo kích thước, cân khối lượng và xác định tương quan giữa chiều dài - khối lượng

- Chiều dài tổng (L_t) của cá được đo bằng thước có độ chính xác 1 mm. Khối lượng cá (W_t) và khối lượng cá bỏ nội quan (W_{wi}) được xác định bằng cân điện tử SHUN DA Digital Scale SD03-KS có độ chính xác 0,1 g và cân điện tử Electronic Precision Balance (KD – TBED – 3000) có độ chính xác 0,01 g.

- Tương quan giữa chiều dài toàn thân và khối lượng được xây dựng cho mẫu thu được bằng phương trình hồi quy theo công thức [89]:

$$W = aL^b e^\varepsilon, \varepsilon \sim N(0, \sigma^2),$$

Trong đó: W – Khối lượng cá (g); L_t – chiều dài toàn thân (mm); a (intercept – chặn) và b (slope – độ dốc) là các tham số hồi quy.

Sinh trưởng của cá bao gồm: tăng trưởng đồng đều về chiều dài và khối lượng ($b = 3$), tăng trưởng về chiều dài lớn hơn so với khối lượng - N_a ($b < 3$) và tăng trưởng về khối lượng lớn hơn so với chiều dài ($b > 3$) [90]. Theo Koutrakis và Tsikliras (2003), tham số b nằm trong khoảng 2 đến 4 đối với hầu hết các loài cá [91]. Do đó, giá trị này có thể được áp dụng để mô tả tương quan giữa chiều dài và khối lượng của *P. disjunctivus* trong nghiên cứu này [92].

2.2.8. Phương pháp xác định một số đặc điểm sinh học sinh sản

- Cá sau khi thu, được định danh tới loài theo khóa phân loại của Armbruster và Page (2006) [2] để xác định loài *P. disjunctivus*. Các mẫu thu được nghi ngờ không phải là loài *P. disjunctivus* được loại bỏ trong quá trình nghiên cứu;

- Khối lượng tuyến sinh dục (W_g) được xác định bằng cân điện tử KD-TBED-3000 (Kendy, Italia) có độ chính xác 0,01 g và cân điện tử AX 200, No D 422800034 có độ chính xác 0,0001 g. Tuyến sinh dục sau khi cân được bảo quản trong dung dịch đệm formaldehyde trung tính 10% cho những phân tích tiếp theo;

- Xác định tỷ lệ đực cái: Cá đực và cá cái được phân biệt bằng cách quan sát hình thái ngoài, qua kính soi nổi (Olympus SZR61) kết hợp với giải phẫu tuyến sinh dục. Tỷ lệ đực:cái được xác định bằng công thức:

$$\text{ĐC} = (a/b) : 1$$

Trong đó: ĐC là tỷ lệ đực:cái; a là số cá đực; b là số cá cái

- Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục được xác định theo phương pháp của Nikolsky (1963) [93] và King (1995) [94]. Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục cái được xác định dựa trên quan sát hình thái ngoài và cấu trúc mô học của buồng trứng [95]. Buồng trứng sau khi thu được cố định trong dung dịch đệm formaldehyde trung tính 10% ít nhất trong thời gian 24 - 48 giờ. Buồng trứng được khử nước bằng cách ngâm qua dung dịch cồn ở các nồng độ 70, 85 và 98% sau đó được đúc trong paraffin. Các lát cắt (5 - 7 μm) được nhuộm bằng hematoxylin và eosin (H&E). Các tiêu bản mô học được phân tích và ghi lại hình ảnh bằng kính hiển vi (Olympus, CKX53SF) sau khi được hiệu chỉnh thước đo;

- Mùa vụ sinh sản được xác định là các tháng có trên 50% buồng trứng ở các giai đoạn III, IV - V và chỉ số GSI (%) thu được cao hơn [96];

- Sức sinh sản: Tổng số hơn 30 buồng trứng ở giai đoạn IV-V tại mỗi thủy vực được đếm để xác định sức sinh sản của cá. Buồng trứng (lớn hơn 10 g) được lấy các phần nhỏ ở đầu, giữa, cuối, cân khối lượng mẫu đếm (W_s) và

cố định trong formalin ($\approx 1\%$). Tế bào trứng được đếm bằng buồng đếm (đếm toàn bộ trứng trong buồng trứng có khối lượng nhỏ hơn 10g). Trong đó, đếm tổng số trứng chín muối – O_y (yolked – có màu vàng rom đến màu lòng đỏ trứng gà) và đếm tổng số trứng (O_t) có trong mẫu đếm;

- Đường kính của nhóm trứng có kích thước lớn nhất trong mùa sinh sản [39], [45] được đo bằng phần mềm LCmicro (Product Version 2.1, Core Version XV 3.15, Package number 5180, the copyright year 2016) sau khi đã hiệu chỉnh thước đo kết nối với kính hiển vi Mode CKX53SF. Hình ảnh của các tế bào trứng được chụp ở độ phóng đại 4X bằng kính hiển vi (Mode CKX53SF) kết nối với máy ảnh kỹ thuật số (Olympus LC30, Olympus, U-T0.5XC-3, SN 7B02181). Tổng số hơn 30 buồng trứng ở giai đoạn IV-V tại mỗi thủy vực được xác định kích thước nhóm trứng lớn nhất. Khoảng 100 trứng ở mỗi buồng trứng được rót ra đĩa Petri, chọn 30 trứng kích thước lớn để đo đường kính trứng. Sử dụng hàm Sort để chọn 10 trứng lớn nhất “Top Decile = 10% của 100 trứng được rót ra” ở mỗi buồng trứng sau khi đo;

- Chỉ số Gonado-somatic index (GSI) được xác định bằng công thức [25]:

$$GSI (\%) = 100 \times W_g/W_{wi}$$

- Sức sinh sản tuyệt đối cho lần đẻ thứ nhất (F_{ab} – Batch Absoluted Fecundity) được ước tính theo công thức [39], [45]:

$$F_{ab} (\text{trứng/cá thể}) = (W_g/W_s) \times O_y$$

- Tổng sức sinh sản tuyệt đối (F_{at} – Total Absoluted Fecundity) được ước tính theo công thức [40]:

$$F_{at} (\text{trứng/cá thể}) = (W_g/W_s) \times O_t$$

- Sức sinh sản tương đối cho lần đẻ thứ nhất (RF_b) được xác định theo công thức [39], [45]:

$$RF_b (\text{trứng/g}) = F_b/W_{wi}$$

- Tổng sức sinh sản tương đối (RF_t) được xác định theo công thức [40]:

$$RF_t (\text{trứng/g}) = F_t/W_{wi}$$

- Chỉ số đánh giá hiện tượng sinh sản được đưa ra:

F_b/F_t (%) = $F_b/F_t \times 100$. (nếu chỉ số $F_b/F_t = 100$ % cá sinh sản 1 lần (đẻ róc);
 $F_b/F_t < 100$ % cá sinh sản nhiều lần).

- Tương quan giữa sức sinh sản tuyệt đối với khối lượng toàn thân được xác định theo công thức [97]:

$$F_t = aW_t + b, \text{ a và b là các hằng số}$$

- Tương quan giữa sức sinh sản tuyệt đối với chiều dài tổng được xác định theo công thức [98]:

$$\text{Log}(F_t) = a \text{Log}(L_t) + b, \text{ a và b là các hằng số}$$

- Kích thước thành thực sinh dục lần đầu của quần thể cá Tỳ bà ở các thủy vực khác nhau được xác định theo Dong (2019) [92] và King (1995) [94]. Kích thước thành thực lần đầu (L_{50}) là chiều dài tại đó quần thể cá có 50% cá thể trong quần thể đã trưởng thành. Cá thể trưởng thành được xác định là cá có tuyến sinh dục ở giai đoạn III, IV và V [94].

2.2.9. Phương pháp xác định đặc điểm dinh dưỡng

Đặc điểm dinh dưỡng của cá được xác định dựa trên thành phần thức ăn có trong đường ruột của 40 mẫu cá Tỳ bà gồm các bước chính như sau:

- Cá sau khi thu được bảo quản trong dung dịch Formaldehyde 10%;
- Tại phòng thí nghiệm: Chiều dài tổng, chiều dài chuẩn, khối lượng tổng, khối lượng bỏ nội quan được xác định và tách ống tiêu hóa;
- Ống tiêu hóa được làm khô mặt ngoài bằng giấy thấm;
- Xác định trọng lượng của ống tiêu hóa bằng cân điện tử;
- Duỗi thẳng đường ruột và đo chiều dài đường ruột;
- Tách thành phần thức ăn có trong ống tiêu hóa (đường ruột);
- Xác định khối lượng ướt của ruột rỗng;
- Khối lượng của thức ăn là hiệu số của khối lượng đường ruột trừ đi khối lượng ruột rỗng;
- Xác định thành phần đường ruột, tách các thành phần thức ăn là động vật, mùn bã hữu cơ và cát sỏi có trong đường ruột;
- Xác định thành phần loài và khối lượng của các thành phần chính có trong đường ruột [99]. Thành phần loài và khối lượng của các thành phần chính

được phân tích bởi nhóm nghiên cứu của Tiến sĩ Gusakov V.A. (Viện Sinh học nước nội địa Papanhin, Viện Hàn lâm Khoa học Nga);

- Tương quan giữa chiều dài ống tiêu hóa và chiều dài toàn thân (RLG) được xác định dựa trên công thức:

$$RLG = \frac{\text{Chiều dài ruột (mm)}}{\text{Chiều dài tổng (mm)}}$$

- Khối lượng thức ăn và khối lượng các thành phần thức ăn được xác định bằng cân điện tử AX 200, No D 422800034 có độ chính xác 0,0001 g.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

So sánh tỷ lệ phân bố và kiểm định tỷ lệ đực cái: So sánh tỷ lệ phân bố ở các vùng địa lý (Duyên hải Nam Trung Bộ, Tây Nguyên và Đồng bằng sông Cửu Long) được thực hiện bằng thuật toán so sánh nhiều tỷ lệ (prop.test). Phương pháp prop.test được sử dụng để so sánh nhiều tỷ lệ với nhau. $p < 0,05$ được xem là có sự khác nhau về tỷ lệ xuất hiện ở các thủy vực. Kiểm định Chi-square được sử dụng để kiểm tra sự khác biệt về tỷ lệ đực cái thu được trong tự nhiên ($p < 0,05$ - khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa tỷ lệ đực cái thu được so với tỷ lệ tham chiếu 1:1).

Kiểm tra phân bố của dữ liệu: Kiểm định Shapiro-Wilk được sử dụng để kiểm tra phân bố của dữ liệu. Đây là phương pháp thống kê kiểm tra giả định của phân phối chuẩn. Đối với mỗi dữ liệu sau khi kiểm tra phân bố của dữ liệu sẽ có các kiểm định khác nhau để so sánh các giá trị.

So sánh các giá trị: Các kiểm định phi tham số (Mann–Whitney U-test and Kruskal–Wallis H-test) được thực hiện để so sánh các mẫu có dữ liệu không phân bố chuẩn. Mann–Whitney U-test được sử dụng cho việc so sánh 2 nhóm dữ liệu. Kruskal–Wallis H-test được sử dụng để so sánh nhiều nhóm dữ liệu với nhau, $p < 0,05$ được xem là có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Phân biệt các nhóm cá thu được: Sử dụng phương pháp phân tích phân biệt từng bước (Stepwise discriminant analysis) để phân biệt (phân nhóm) các đặc điểm hình thái của cá Tỳ bà. Phương pháp này giúp tìm ra các biến (chỉ tiêu) đóng góp quan trọng nhất để phân biệt các nhóm cá. Các chỉ số hình thái

đóng góp quan trọng trong việc phân biệt các loài và con lai giữa chúng được chỉ ra qua phép phân tích phân biệt từng bước. Phép phân tích phân biệt từng bước phân tích các đặc điểm hình thái gồm các chỉ tiêu đo và chỉ tiêu đếm.

Xác định kích thước thành thực sinh dục lần đầu của quần thể: Kích thước thành thực sinh dục lần đầu (L_{50}) của quần thể cá Tỳ bà được tính toán bằng package SizeMat (Phiên bản 0.2.0) trên phần mềm thống kê R (Phiên bản 3.3.2, R Development Core Team, R Foundation for Statistical Computing) [100].

Ước lượng các tham số hồi quy: Các tham số trong mô hình hồi quy được ước lượng bằng phương pháp bình phương tối thiểu [101].

Hàm lm (linear model) trong phần mềm R-studio đã được sử dụng để ước lượng các hệ số hồi quy, hàm summary (reg) để xác định hệ số giải thích R^2 và kiểm định mối liên hệ (tương quan) giữa các biến số.

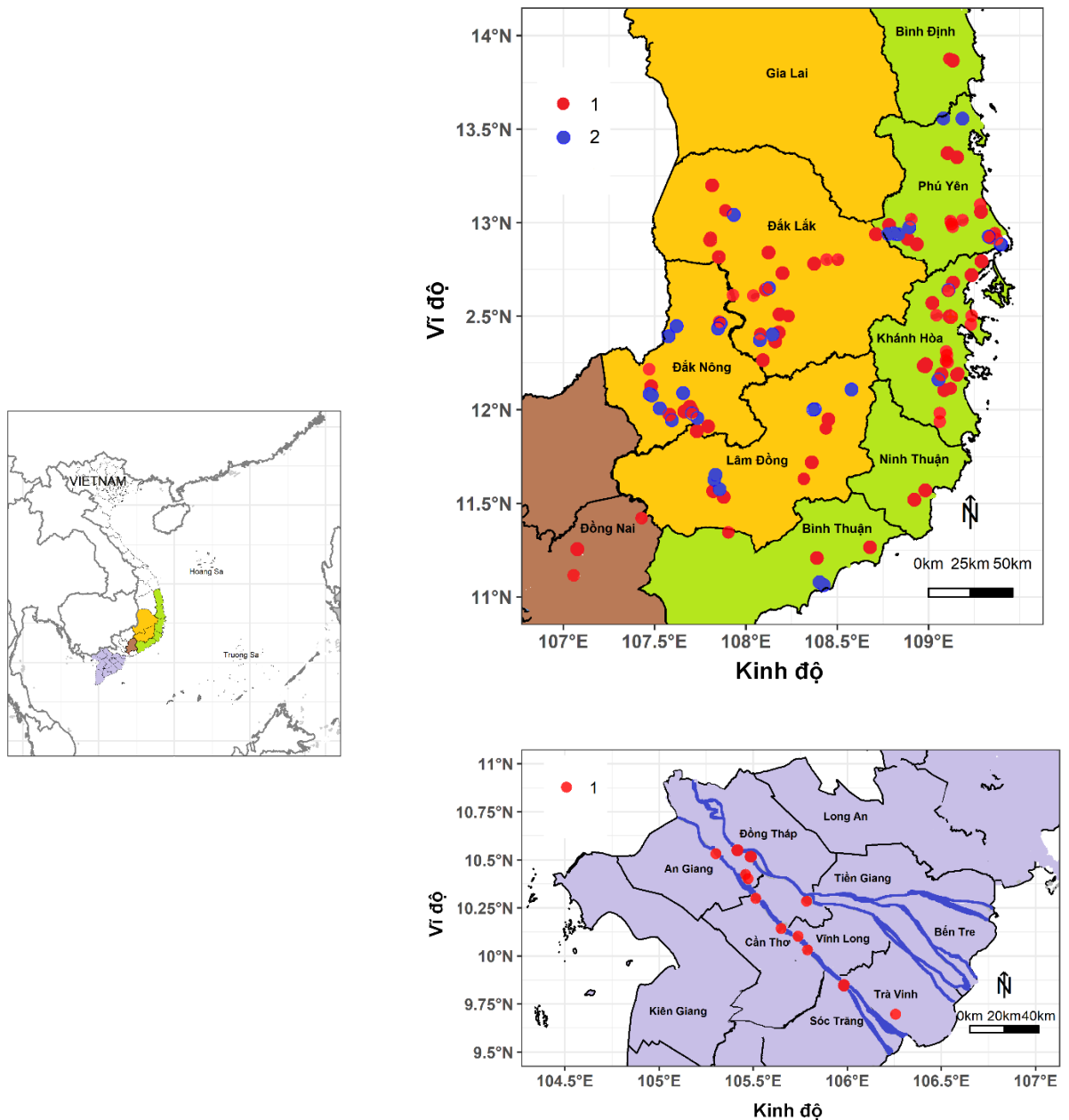
Kiểm định Student's t-test được sử dụng để so sánh sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa tham số b trong phương trình tương quan giữa chiều dài và khối lượng với tham số tham chiếu bằng 3.

Phần mềm sử dụng: Các thuật toán thống kê được sử dụng trên phần mềm Statistica (phiên bản 12.0) và phần mềm R.studio (phiên bản 3.3.2 và 4.0.4).

CHƯƠNG 3.
KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân bố của cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys* ở miền Nam Việt Nam

Kết quả khảo sát tại 132 thủy vực ở miền Nam Việt Nam, có 88 thủy vực ghi nhận sự xuất hiện của cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys* với tỷ lệ 66,67%. (Hình 3.1, Phụ lục 1).



Hình 3.1: Phân bố của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* ở miền Nam Việt Nam và vị trí các thủy vực được khảo sát: 1 – Có xuất hiện (chấm đỏ); 2 – Chưa xuất hiện (chấm xanh)

Đặc biệt, cá Tỳ bà đã xuất hiện ở tất cả các lưu vực sông chính, bao gồm: hệ thống sông Cái ở Khánh Hòa, sông Ba (Đà Rằng) ở Phú Yên, sông Côn ở Bình Định và sông Đồng Nai ở Đồng Nai, hệ thống sông Serepok ở Đắk Lắk, Đắk Nông và hạ lưu sông Mê Kông (sông Tiền, sông Hậu). Theo ngư dân địa phương, kể từ khi xuất hiện chúng đã phát triển nhanh về số lượng (thành phần và sinh khối thu được ở nhiều thủy vực chủ yếu cá Tỳ bà và cá rô phi). Ngoài ra chúng còn làm hư hại các ngư cụ đánh cá của ngư dân địa phương (dữ liệu chưa công bố). Các phản ánh của ngư dân địa phương phù hợp với báo cáo của Stolbunov và Tran Duc Dien (2019), Liang và cộng sự (2005) khi cho rằng cá ngoại lai giống *Pterygoplichthys* là một trong những nhóm cá xâm hại gây ra mối đe dọa nghiêm trọng nhất đối với hệ sinh thái nước ngọt ở vùng nhiệt đới và cận nhiệt đới [5], [36].

Theo kết quả khảo sát vào năm 2016 - 2017 tại 54 thủy vực ở tỉnh Khánh Hòa, Đắk Lắk và Đắk Nông thì giống cá *Pterygoplichthys* xuất hiện khoảng 7 - 10 năm về trước [36], [67]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này, kết quả điều tra cho thấy, cá Tỳ bà xuất hiện tại hồ Thủy điện Trị An (Đồng Nai) và lưu vực sông Đồng Nai vào khoảng những năm 2000. Như vậy, cá Tỳ bà đã xuất hiện ở lưu vực các tỉnh phía Nam Việt Nam khoảng 20 năm (Phụ lục 1). Ghi nhận này sớm hơn với nghiên cứu của Serov (2004) khi phát hiện được loài *P. multiradiatus* ở lưu vực sông Đồng Nai và cũng như phát hiện lần đầu tiên ở miền Nam Việt Nam vào năm 2003, 2004 [8], [9].

Những nghiên cứu trước đây cho thấy, sự mở rộng phân bố của cá Tỳ bà trong hệ thống các thủy vực của Việt Nam theo một chiều duy nhất từ nước chảy sang nước tĩnh và không theo chiều ngược lại [67]. Trong các lưu vực sông, cá Tỳ bà đã di cư theo dòng chảy từ thượng nguồn xuống hạ nguồn [67]. Hiện tượng di chuyển theo dòng sẽ ảnh hưởng tới phân bố của chúng ở các vùng địa lý. Do đó, tỷ lệ phân bố của cá Tỳ bà có sự khác nhau giữa các vùng địa lý và được trình bày ở Bảng 3.1.

Bảng 3.1: Tỷ lệ phân bố của cá Tỳ bà ở các vùng địa lý

Vùng địa lý	Số thủy vực khảo sát	Số thủy vực có xuất hiện	Tỷ lệ xuất hiện (%)	<i>p</i> (<i>prop.test</i>)
Tây Nguyên	56	31	55,36 ^a	0,009978
Duyên hải Nam Trung Bộ	61	42	68,85 ^b	
Đồng bằng sông Cửu Long	12	12	100 ^c	

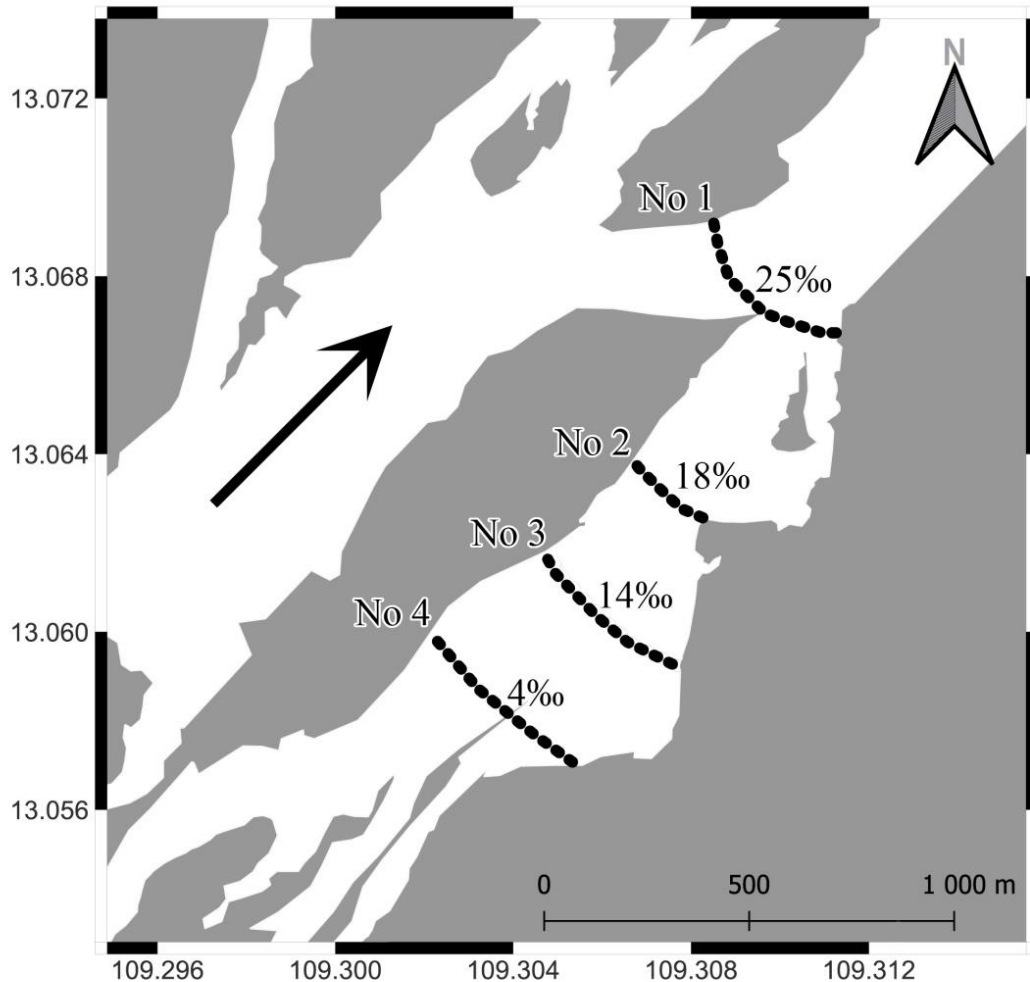
Ghi chú: Các chữ cái trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt có ý nghĩa thống kê $p < 0,05$.

Kết quả nghiên cứu cho thấy, có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ xuất hiện cá Tỳ bà ở các vùng nghiên cứu ($p < 0,05$). Ở vùng đồng bằng sông Cửu Long, cá Tỳ bà xuất hiện ở tất cả các thủy vực được khảo sát (100%), ở vùng duyên hải Nam Trung Bộ và Tây Nguyên tỷ lệ xuất hiện ở các thủy vực cũng khá cao lần lượt là 68,85% và 55,36%.

Quá trình di chuyển theo dòng một cách tự nhiên ở các nhánh sông, suối từ thượng nguồn xuống hạ nguồn (bao gồm các kênh, mương dẫn nước) là nguyên nhân làm mở rộng xâm lấn của chúng. Có thể, vùng đồng bằng sông Cửu Long, sự xuất hiện của giống cá này được bắt nguồn từ việc di chuyển theo dòng từ thượng lưu và trung lưu sông Mê Kông xuống 2 nhánh sông chính là sông Tiền và sông Hậu. Giống cá này tiếp tục mở rộng ra các kênh, rạch và hệ thống dẫn nước nông nghiệp tới nhiều thủy vực ở vùng đồng bằng. Do đó, tất cả các thủy vực vùng đồng bằng sông Cửu Long được khảo sát đều có sự xuất hiện cá Tỳ bà (Hình 3.1).

Đối với các khu vực miền núi như vùng Tây Nguyên, hơn một nửa các thủy vực được khảo sát có sự xuất hiện của cá Tỳ bà. Các thủy vực chưa xuất hiện hầu hết là các thủy vực nằm xa khu dân cư và được ngăn cách bởi các bờ đập (có thể đập thủy điện hoặc đập thủy lợi). Ở các thủy vực vùng duyên hải

Nam Trung Bộ, tỷ lệ xuất hiện tăng dần (68,85%). Điều này cho thấy, tỷ lệ này tăng dần từ miền núi, xuống duyên hải và các tỉnh đồng bằng.



Hình 3.2: Sơ đồ thu mẫu bằng lò thả đáy qua đêm (●●●) ở cửa sông Đà Rằng và độ mặn ở tầng đáy tại các vị trí thu mẫu. Ghi chú: No 1 – Vị trí số 1 gần nhất so với bờ biển (3,2 km), No 2 – vị trí thứ 2 (3,6 km), No 3 – vị trí thứ 3 (3,9 km), No 4 – vị trí thứ 4 xa nhất so với bờ biển (4,2 km). Mũi tên (→) chiều dòng chảy

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy có sự xuất hiện của cá Tỳ bà ở các vùng nước lợ tại khu vực cửa sông (cửa sông Đà Rằng, Phú Yên). Nghiên cứu đã ghi nhận được cá Tỳ bà di chuyển tới môi trường có độ mặn cao lên tới 25‰. Cá Tỳ bà thường xuyên đánh bắt được ở vùng nước có độ mặn từ 4‰ – 14‰. Đặc biệt, không có hiện tượng cá chết khi đánh bắt ở vùng nước có độ mặn 4‰

(Bảng 3.2, Hình 3.2, Hình 3.3). Các nghiên cứu ở điều kiện thí nghiệm cũng cho thấy cá Tỳ bà có thể sống ở độ mặn 12,5‰ - 15‰ trong 2 ngày [102]. Theo Capps và cộng sự (2011), một số loài cá Tỳ bà có thể sống sót trong nước có độ mặn 16,0‰ trong vài giờ [16].

Bảng 3.2: Chiều dài chuẩn và khối lượng cá Tỳ bà đánh bắt được ở các trạm thu mẫu có độ mặn khác nhau ở cửa sông Đà Rằng, Phú Yên

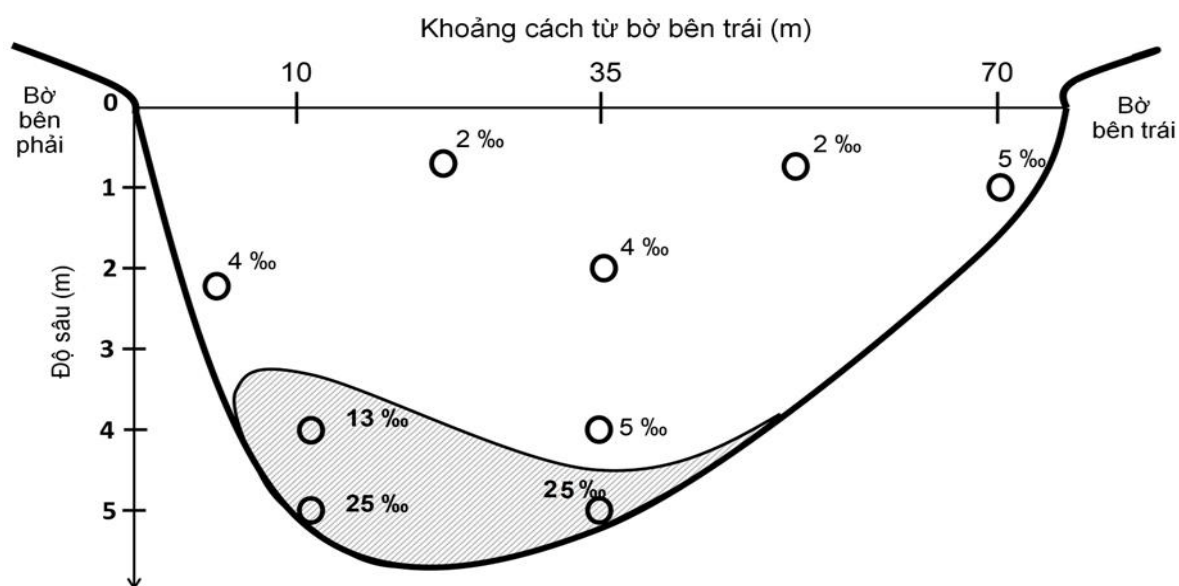
Vị trí thu mẫu	Độ mặn tầng đáy, ‰	Chiều dài chuẩn, cm	Khối lượng, g	Số lượng cá sống/cá chết
No 1	25	–	–	1/–
No 2	18	18 ± 2,0 (16–24)	90 ± 31,2 (47–182)	2/2
No 3	14	16 ± 1,8 (13–30)	71 ± 30,1 (28–310)	4/5
No 4	4	18 ± 1,8 (11–28)	109 ± 32,9 (23–300)	10/–

Ghi chú. Giá trị trung bình ± SE. Trong ngoặc là giá trị nhỏ nhất và giá trị lớn nhất. Cá được đánh bắt ở vùng cửa sông cách bờ biển (13°03'53"N, 109°18'33"E) từ 3,2 km đến 4,2 km.

Như vậy, cá có thể thích nghi trong điều kiện nước lợ ở vùng cửa sông và có thể sinh sống trong vùng nước này một thời gian dài. Sự thích nghi về độ mặn của cá ở điều kiện tự nhiên có thể tốt hơn ở điều kiện thí nghiệm, do có sự phân tầng độ mặn ở vùng cửa sông (Hình 3.3) và các điều kiện sinh thái khác. Rõ ràng, cá Tỳ bà không những phân bố rộng ở các vùng địa lý, mà còn phân bố ở các điều kiện độ mặn khác nhau. Các lo ngại về khả năng mở rộng phân bố của cá Tỳ bà tới các vùng nuôi trồng thủy sản ven biển cũng cần được quan tâm hơn.

Một vấn đề cần được chú ý là hầu như tất cả ngư dân đều không nhận được thông báo từ chính quyền địa phương về tác hại của cá Tỳ bà. Tập tục phóng sinh cũng là nguyên nhân lớn làm phát tán giống cá này tới các hồ chứa (theo ngư dân địa phương). Theo Gusakov và cộng sự (2018), con người là nguyên nhân chủ yếu làm mở rộng sự xâm lấn của giống cá này tới các thủy

vực [67]. Do đó, việc mở rộng phân bố của cá Tỳ bà tới các thủy vực khác rất dễ xảy ra. Chẳng hạn như, các hồ chứa có các bờ đập làm ngăn cách sự di chuyển theo dòng của cá Tỳ bà từ các nhánh sông (hoặc kênh dẫn nước) lên lòng hồ như hồ Đá Bàn (Khánh Hòa), hồ Đắc Minh (Đắk Lắk) v.v.. Mặc dù, các lòng hồ này chưa ghi nhận có sự xuất hiện của cá Tỳ bà, nhưng các kênh dẫn nước trực tiếp từ các hồ chứa đổ xuống các nhánh sông đã có sự xuất hiện của giống cá này. Vì vậy, nguy cơ xuất hiện ở hầu hết các hồ chứa là rất cao vì hoạt động thả cá, phóng sinh của người dân. Do đó, cần có các biện pháp nâng cao nhận thức cộng đồng và khuyến cáo từ chính quyền địa phương để hạn chế sự mở rộng xâm lấn của chúng.



Hình 3.3: Sơ đồ phân tầng độ mặn (‰) vùng cửa sông Đà Rằng cách bờ biển khoảng 3,2 km. (o) – các điểm xác định độ mặn. Vùng xám có độ mặn trên 5‰

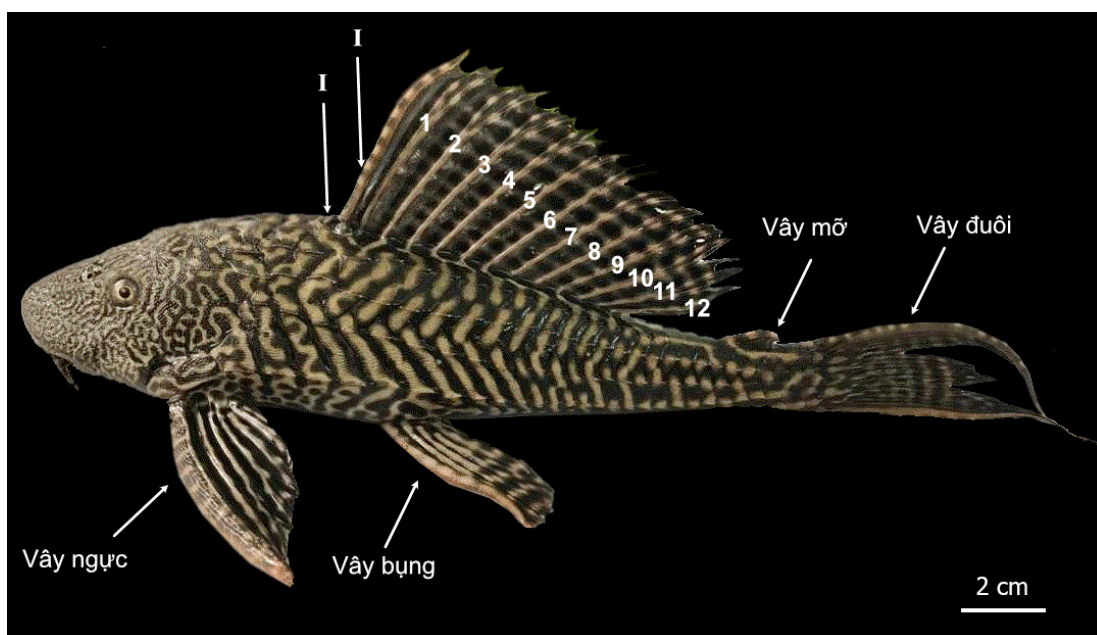
Rõ ràng, dữ liệu phân bố cho thấy phần lớn các thủy vực ở miền Nam Việt Nam đã có sự xuất hiện của giống cá này. Chúng phân bố từ vùng núi cao, duyên hải và các đồng bằng ven biển. Mặc dù, các nghiên cứu trước đây đã chỉ ra rằng ở Việt Nam đã ghi nhận 4 loài: *Pterygoplichthys plecostomus*, *P. multiradiatus*, *P. disjunctivus* và *P. pardalis* [8]–[11]. Tuy nhiên, việc định danh các loài trước đây chủ yếu dựa vào các đặc điểm hình thái. Điều này, có thể gây ra những thiếu sót trong quá trình định loại. Do đó, việc định loại thành phần

loài dựa trên cả đặc điểm hình thái và di truyền sẽ cung cấp các minh chứng quan trọng về số loài thuộc giống cá Tỳ bà ở các thủy vực miền Nam Việt Nam.

3.2. Đặc điểm hình thái và thành phần loài của giống cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* ở miền Nam Việt Nam.

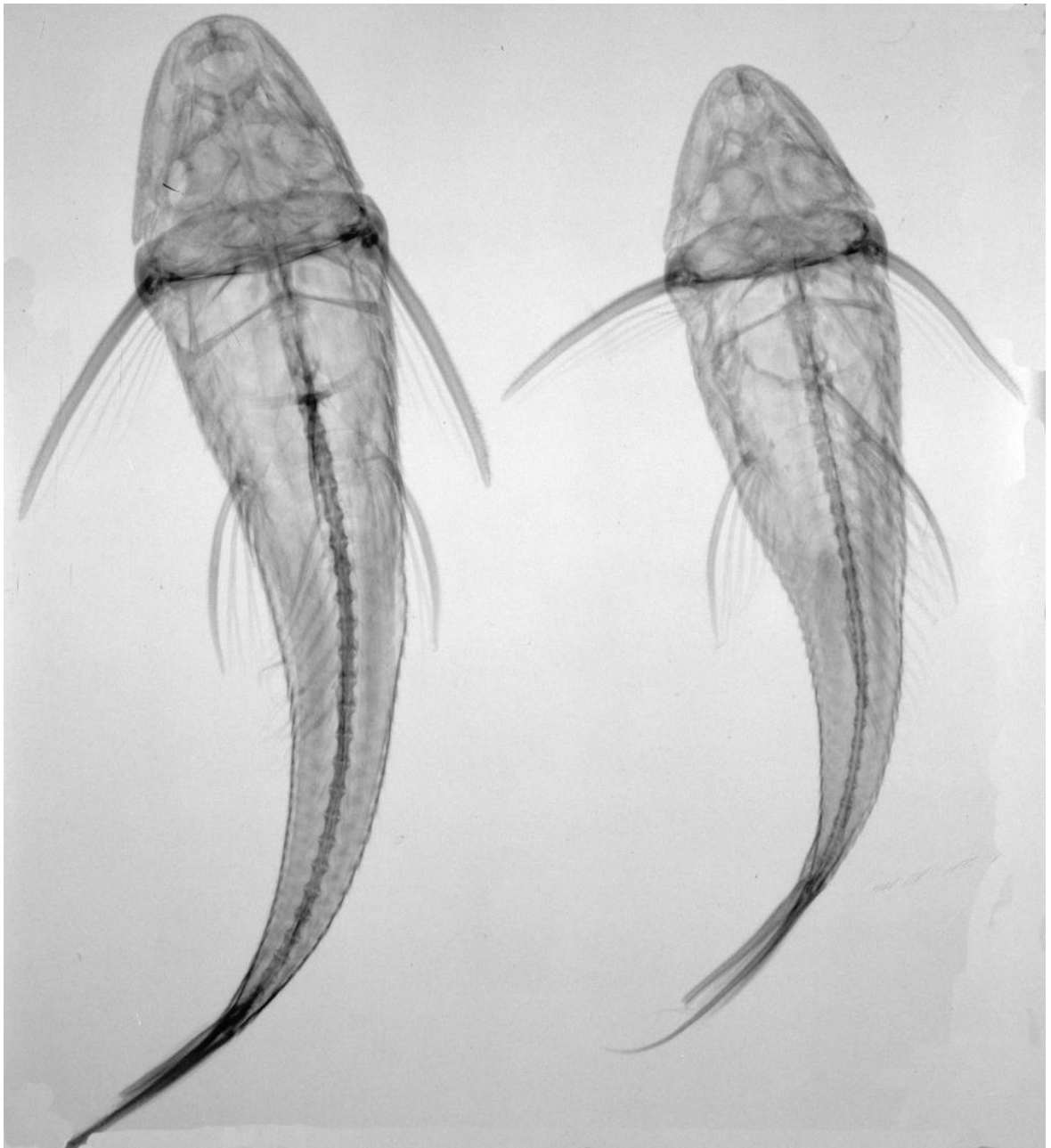
3.2.1. Đặc điểm hình thái của giống cá Tỳ bà *Pterygoplichthys*

Những nghiên cứu ban đầu ở miền Nam Việt Nam cho thấy, cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. xuất hiện ở tất cả các con sông lớn khu vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên trong khoảng vùng địa lý từ 11°53' N – 13°3.8' N, 107°28' E – 109°17' E [67]. Kết quả phân tích các đặc điểm hình thái (chỉ tiêu đếm) của 78 mẫu cá Tỳ bà ở các thủy vực miền Nam Việt Nam cho thấy: Các loài cá Tỳ bà thuộc giống *Pterygoplichthys* thu được có 2 vây lưng, cụ thể là vây lưng thứ nhất có 1 tia vây cứng cụt phía trước, tiếp theo là 1 tia vây cứng chắc (ngạnh lưng – spine fin) và 10 – 13 tia vây mềm (soft rays); vây lưng thứ hai là 1 vây mỡ (spine fin) (Hình 3.4). Vây ngực có 1 tia vây cứng chắc (ngạnh ngực – spine fin) và 4 – 6 tia vây mềm (thường 6 tia vây mềm). Vây bụng có 1 tia vây cứng và 4 – 5 tia vây mềm (thường 5 tia vây mềm). Vây hậu môn có 1 tia vây cứng và 3 – 4 tia vây mềm (thường 4 tia vây mềm). Vây đuôi có 2 tia vây cứng và 14 tia vây mềm. Số lượng vây đường bên là 24 – 30 (Bảng 3.3).



Hình 3.4: Chú thích các vây cá Tỳ bà (ghi chú: I – tia vây cứng; số từ 1 đến 12 – số tia vây mềm)

Cá Tỳ bà thu được có 28 đốt xương sống (Hình 3.5). Hơn nữa, các đốt sống của vùng ngực (I-II, III-IV) có dấu hiệu xuất hiện dịch bao quanh các đốt sống trung tâm với sự phì đại theo chiều ngang (Hình 3.5). Theo Nelson (2006), họ cá Loricariidae có từ 23 – 38 đốt sống [103]. Từ kết quả phân tích cho thấy, tất cả các mẫu cá Tỳ bà thu được đều thuộc giống *Pterygoplichthys* (10 - 13 tia vây mềm).



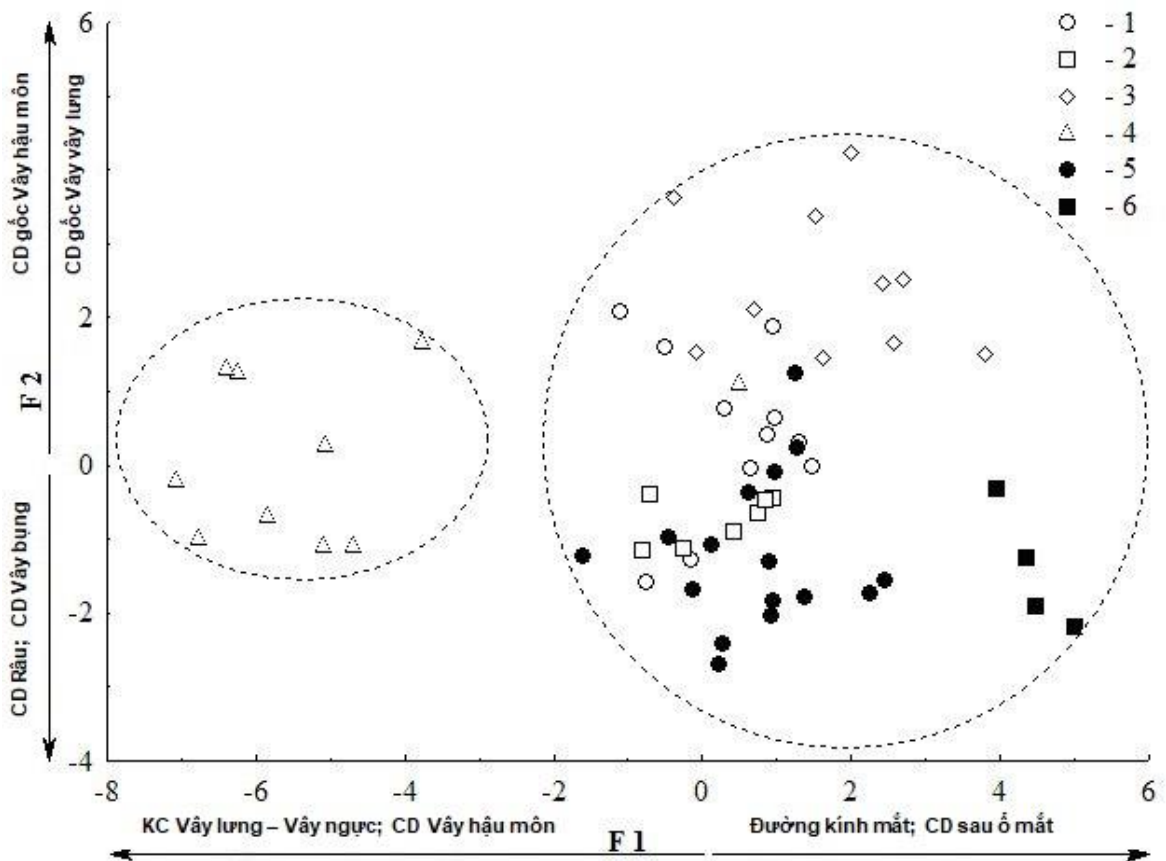
Hình 3.5: Ảnh X - Quang của cá Tỳ bà

Bảng 3.3: Một số chỉ tiêu đếm cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. so với các nghiên cứu trước đây [10], [13], [104]–[106]

Chỉ tiêu	Saba cộng sự (2020) (Malaysia)	Chavez và cộng sự (2006) (Philippine)	Muralidharan và cộng sự (2014) (Ấn Độ)	Levin và cộng sự (2008) (Việt Nam)	Nguyễn Thị Vàng và Trần Đắc Định (2014) (Việt Nam)	Nghiên cứu này (Stolbunov và cộng sự, 2020)
Tia vây lưng	(I) 11 - 13	10 - 14	(I) 12	(II) 12	(I) 12 - 13	(II) 10 - 13
Tia vây ngực	(I) 6	6 - 7	(I) 6	(I) 6	(I) 7	(I) 4 - 6
Tia vây bụng	(I) 5	5 - 6	(I) 5	(I) - 5	(I) 6	(I) 4 - 5
Tia vây hậu môn	(I) 4	3 - 5	(I) 4	(I) - 4	(I) 5	(I) 3 - 4
Tia vây đuôi		13 - 15	14	(I) 14 (i)	(I) 14 (I)	(I) 14 (I)
Vây đường bên	28-30	27 - 30	26 - 32	28	-	24 - 30

Ghi chú: Ở Malaysia (*P. disjunctivus* và *P. pardalis*), Ở Philippine (*P. disjunctivus* và *P. pardalis*), Ấn Độ (*P. pardalis*), Ở sông Hồng Việt Nam (*P. pardalis*), Đồng Bằng sông Cửu Long Việt Nam (*P. disjunctivus* và *P. pardalis*)

Kết quả phân tích phân biệt sự khác biệt về hình thái cá Tỳ bà thu được ở các môi trường sống khác nhau được thể hiện ở Hình 3.6. Các chỉ tiêu đo đếm của cá Tỳ bà ở các thủy vực được trình bày ở Phụ lục 7 (Bảng 7.1 – 7.7). Sự khác biệt lớn nhất về hình thái giữa nhóm cá thu được ở kênh dẫn nước hồ thủy điện Serepok-4 và sông Cái (Squared Mahalanobis Distances = 121). Sự khác biệt nhỏ nhất về hình thái giữa nhóm cá thu được ở sông Dinh và hồ Suối Trầu (Squared Mahalanobis Distances = 7). Các chỉ tiêu đóng góp cho sự khác nhau về hình thái giữa các nhóm bao gồm khoảng cách vây ngực - vây bụng, chiều dài vây hậu môn, đường kính mắt, chiều dài sau ổ mắt, chiều dài râu, chiều dài vây bụng, chiều dài gốc vây lưng (Hình 3.6).



Hình 3.6: Phân bố theo nhóm các chỉ tiêu đo theo chức năng phân biệt thứ nhất (F1 - Root 1) và thứ hai (F2 - Root 2) của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. thu được từ các thủy vực khác nhau: 1 – sông Dinh, 2 – hồ Suối Trầu, 3 – hồ Ea Kao, 4 – kênh dẫn nước hồ Serepok-4, 5 – kênh Am Chúa, 6 – sông Cái; CD – Chiều dài; KC – Khoảng cách.

Một số cá Tỳ bà bị bất thường (dị tật) về hình thái cũng được tìm thấy trong các thủy vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên. Ví dụ, cá thể trưởng thành thu được (♀ IV – V, chiều dài tổng = 310 mm, khối lượng = 307 g) bị thiếu mắt, mũi và râu. Đồng thời chiều dài răng của cá thể này cao hơn đáng kể so với các mẫu cá bình thường khác. Ở hàm trên, răng của cá này cao hơn khoảng 2,4 lần so với răng của cá bình thường. Ở hàm dưới, răng của nó cao hơn khoảng 2,1 lần so với cá thu được ở cùng thủy vực có kích thước tương đương. Tuy nhiên, không có sự khác biệt về số lượng răng hàm trên và răng hàm dưới so với cá bình thường (Bảng 3.4). Ngoài ra, một mẫu cá thu được ở kênh dẫn nước Am Chúa hoàn toàn không có vây mỡ. Như vậy, khi sống ở các thủy vực Nam Trung Bộ và Tây Nguyên, cá Tỳ bà cũng có những biểu hiện dị thường về mặt hình thái.

Bảng 3.4: Chiều dài và số lượng răng ở hai mẫu cá có kích thước giống nhau

TT	Chiều dài tổng (mm)	Chiều cao của răng (mm)				Số lượng răng			
		Răng hàm trên		Răng hàm dưới		Răng hàm trên		Răng hàm dưới	
		Min	Max	Min	Max	Trái	Phải	Trái	Phải
1	25,5	1,1	2,0	1,0	2,2	29	30	30	30
2	25,3	0,4	0,9	0,5	1,0	30	30	30	30

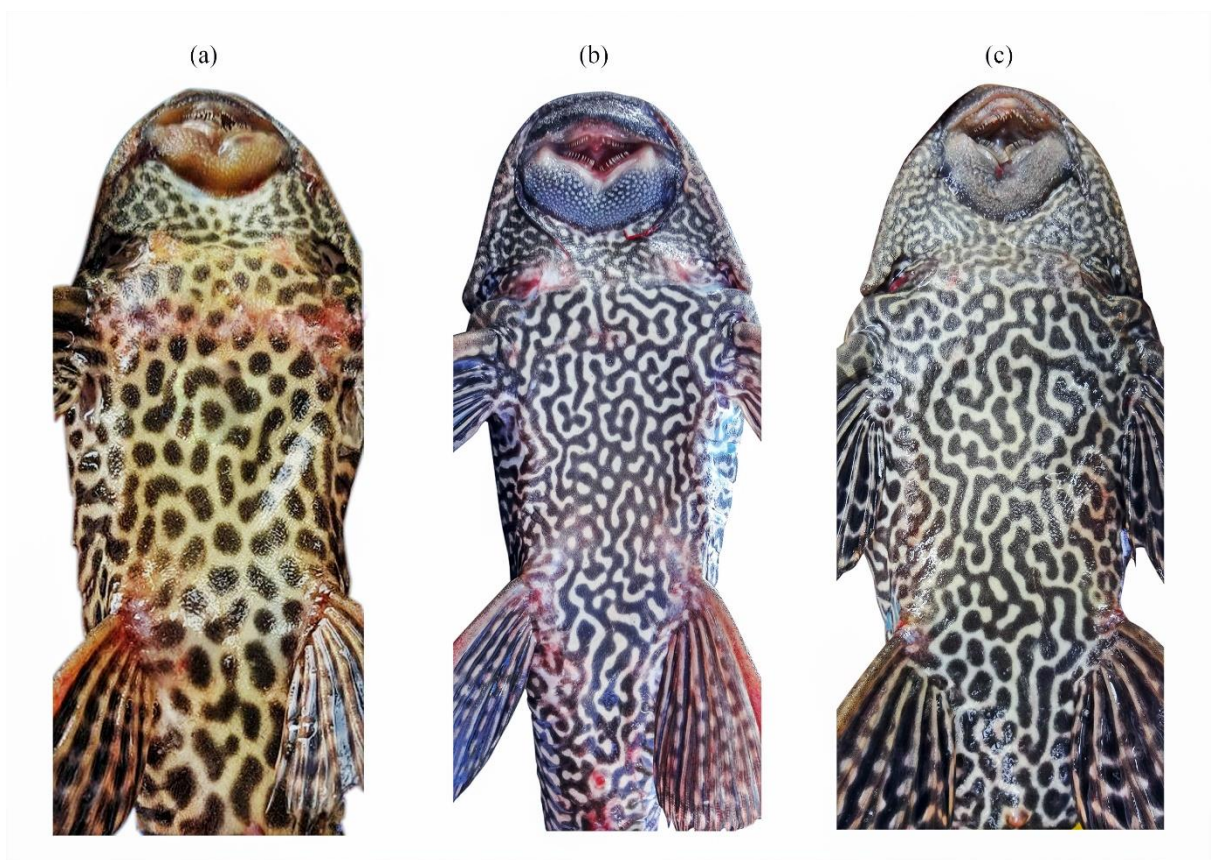
Ghi chú: (1) – cá bị dị hình; (2) – cá bình thường; Min – nhỏ nhất; Max – lớn nhất

3.2.2. Thành phần loài của giống cá Tỳ bà *Pterygoplichthys*

3.2.2.1. Định danh, xác định thành phần loài bằng phương pháp hình thái

Kết quả định danh dựa trên mô tả hình thái ngoài (các vân trên mặt bụng, màu sắc cơ thể) và phân tích các chỉ tiêu đo - đếm theo khóa phân loại của Ambruster và Page (2006) [2] cho thấy: Thành phần loài của giống *Pterygoplichthys* ở các thủy vực miền Nam Việt Nam gồm 2 loài là *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnaud, 1855); *P. disjunctivus* (Weber, 1991) và nhóm trung gian giữa hai loài kể trên (có thể là con lai giữa hai loài kể trên) (Hình 3.7).

Loài *P. pardalis* có đặc điểm nhận dạng chính là các đốm (đen) ở mặt bụng rời rạc, các đốm này có thể kết hợp lại với nhau, nhưng theo quy luật không quá 5 điểm (Hình 3.7a, Hình 3.9). Các đốm đen này có các kiểu hình khá đa dạng như đốm hình tròn, oval, đốm vòng tròn, đốm ngũ giác... (Hình 3.9). Trong khi đó, loài *P. disjunctivus* có các điểm đen trên mặt bụng kết hợp lại với nhau thành các đường vân và mạng lưới (Hình 3.7b, Hình 3.10). Các đường vân này có thể là các vân sáng trên nền tối hoặc các vân tối trên nền sáng (Hình 3.8). Kết quả xác định hình thái ngoài của 2 loài này phù hợp với mô tả của Ambruster và Page (2006) [2].

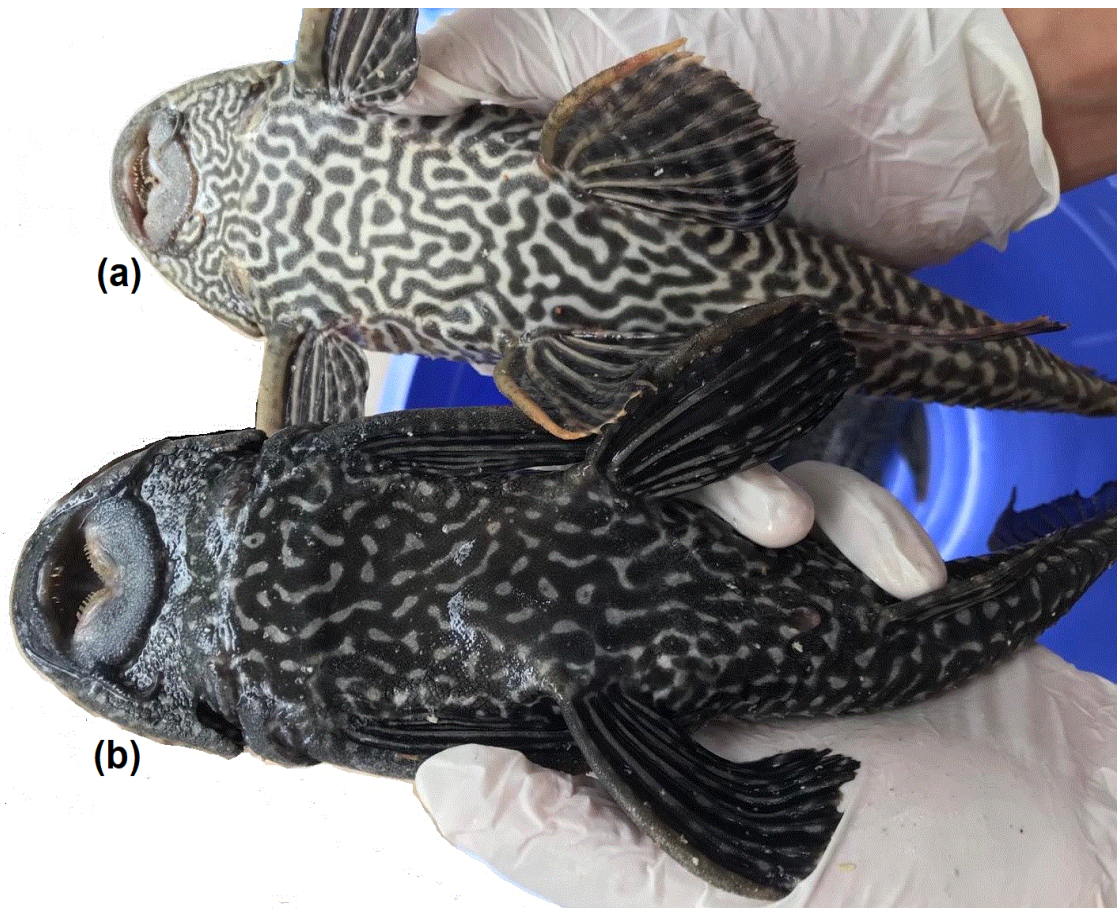


Hình 3.7: Các kiểu hình thái mặt bụng của cá Tỳ bà: (a) – *Pterygoplichthys pardalis* (Các chấm đen rời rạc); (b) – *P. disjunctivus* (Các đường vân) và (c) – *P. pardalis* × *P. disjunctivus*? (gồm các đường vân và các chấm đen rời rạc)

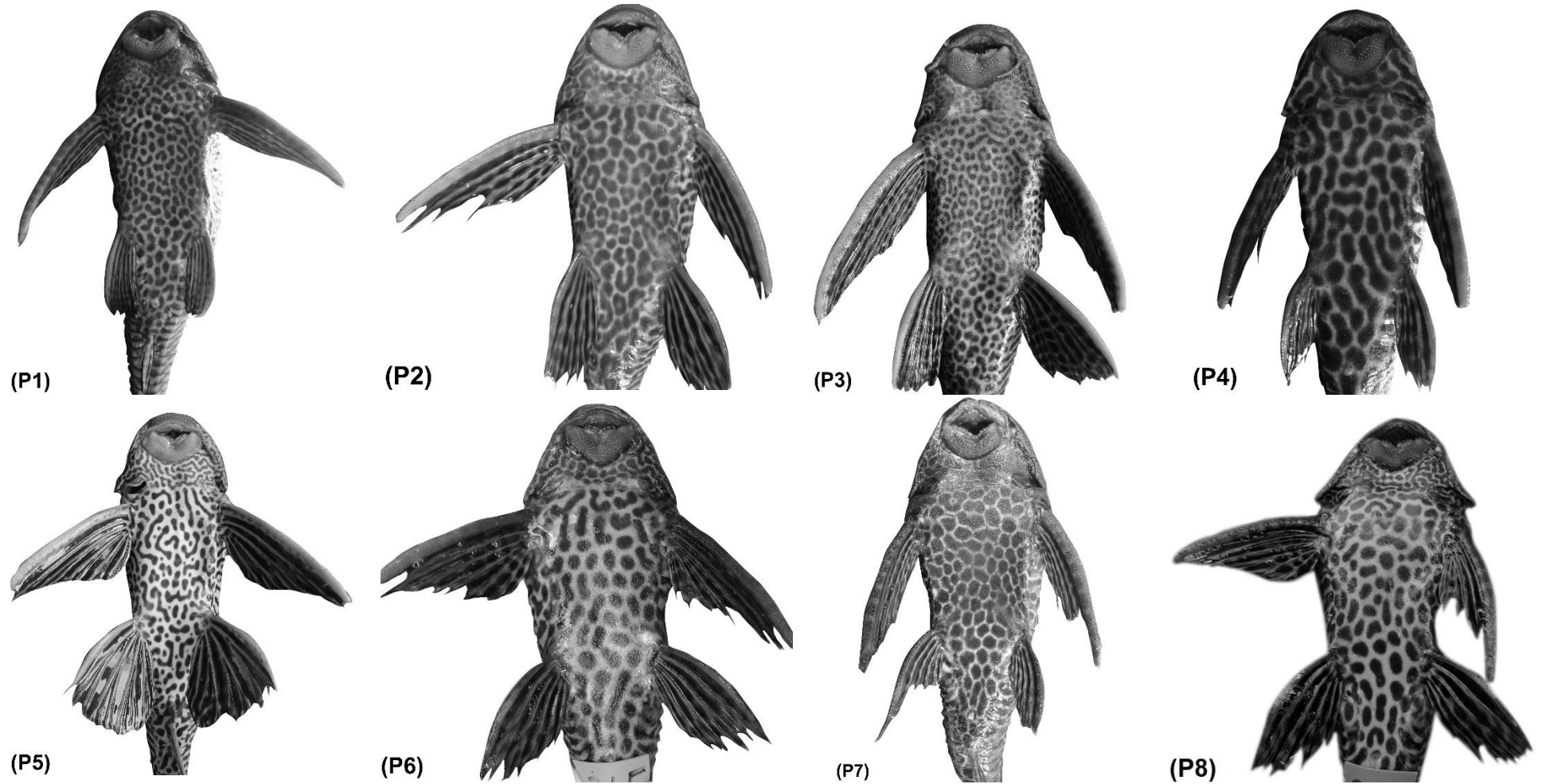
Tuy nhiên, với sự biến đổi kiểu hình rất đa dạng của các loài *Pterygoplichthys* spp., các mẫu thu được có rất nhiều kiểu hình trên mặt bụng là trung gian giữa hai loài *P. pardalis* và *P. disjunctivus* và các cá thể này có thể là con lai giữa *P. pardalis* × *P. disjunctivus*. Cụ thể, trên mặt bụng của nhóm

trung gian có cả các đường vân và các đốm riêng biệt hoặc các đốm riêng biệt với các đường vân được tạo thành từ trên 5 đốm kết hợp lại với nhau (Hình 3.7c, Hình 3.11).

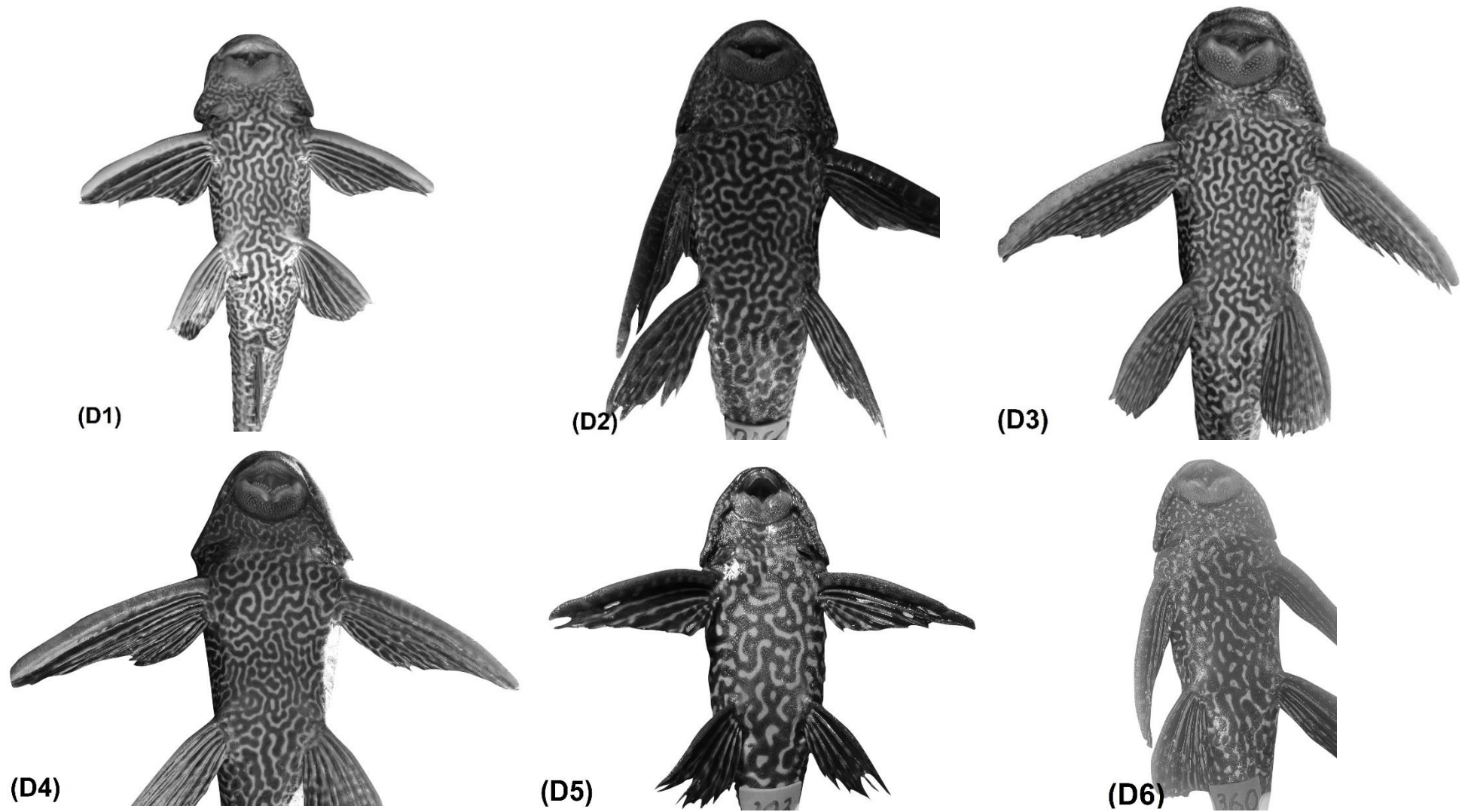
Do đó, việc định loại tới loài dựa trên khóa phân loại của Armbruster và Page (2006) trở nên khó khăn đối với các cá thể thu được có kiểu hình trung gian giữa hai loài *P. pardalis* × *P. disjunctivus*. Trong nghiên cứu này, từ kết quả định danh dựa vào hình thái ngoài đã xác định được hai loài *P. pardalis*, *P. disjunctivus* và nhóm trung gian giữa hai loài *P. pardalis* × *P. disjunctivus*. Các nghiên cứu trước đây cho thấy, ở các thủy vực Việt Nam hình thái ngoài của cá Tỳ bà thường biến đổi rất đa dạng theo điều kiện môi trường [11]. Để làm rõ có sự khác biệt giữa các nhóm loài thu được, phép phân tích phân biệt được thực hiện.



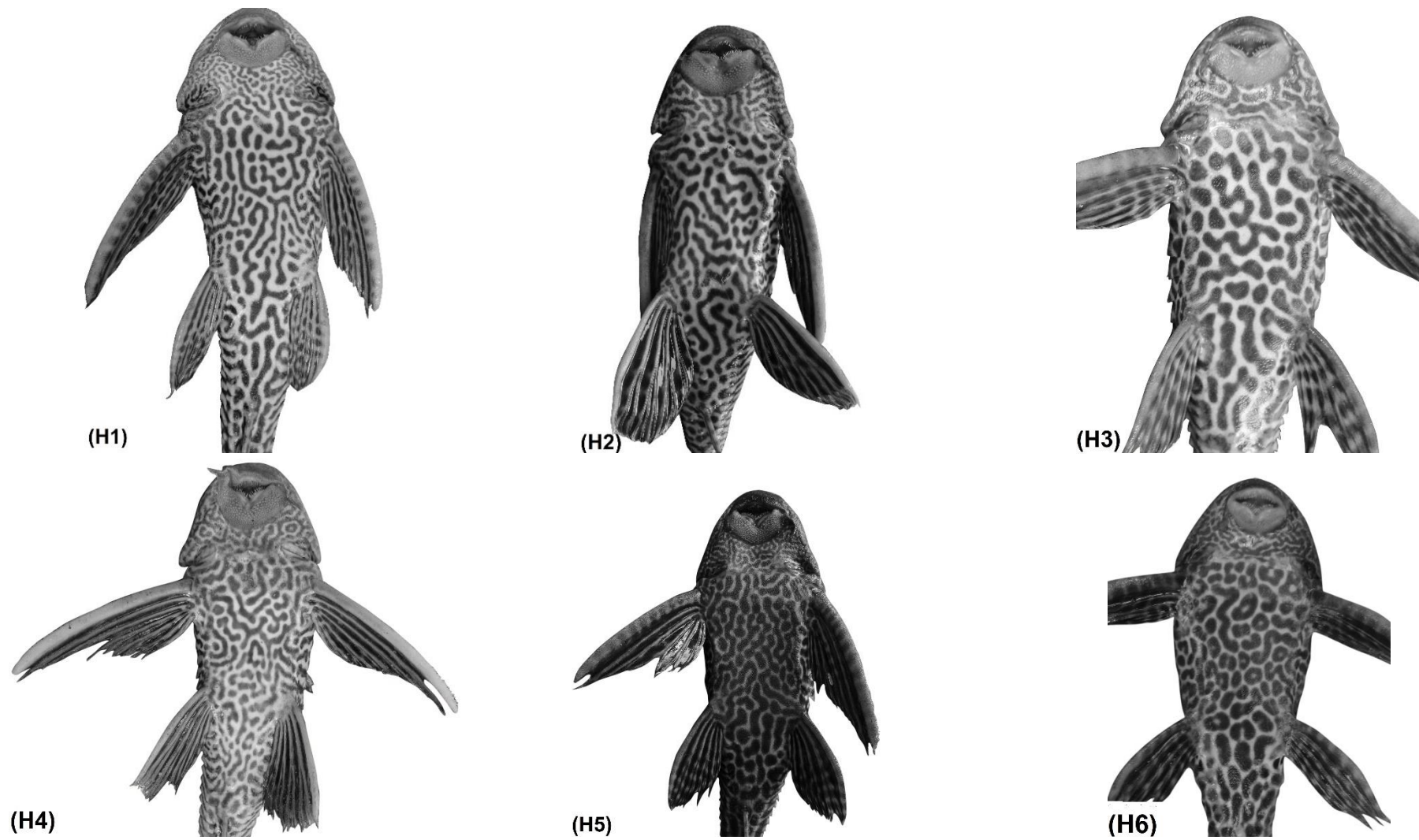
Hình 3.8: Các dạng nền và kiểu vân ở cá Tỳ bà loài *P. disjunctivus*: (a) – vân đen trên nền trắng; (b) – vân trắng trên nền đen



Hình 3.9: Một số kiểu vân bụng của *P. pardalis* (P1 – P8) ở miền Nam Việt Nam

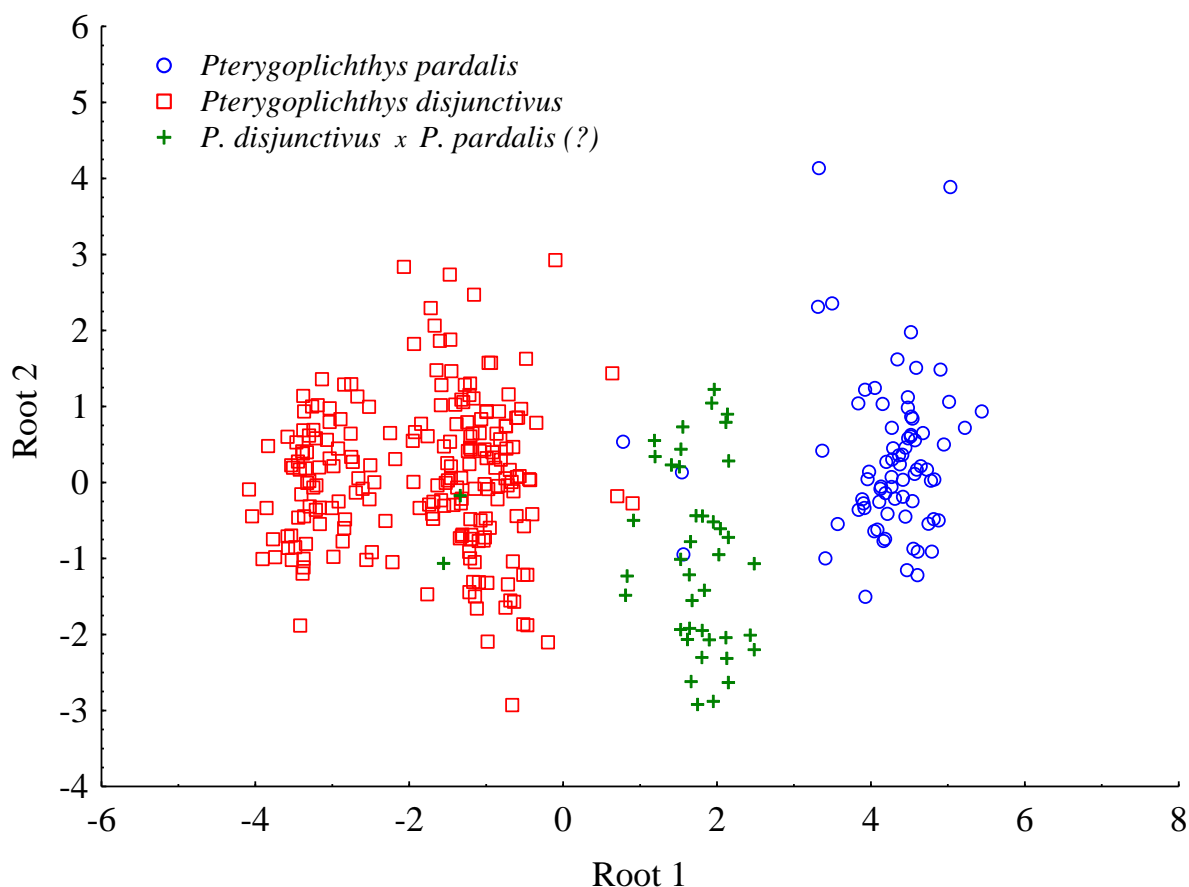


Hình 3.10: Một số kiểu vân bụng của *P. disjunctivus* (D1 – D6) ở miền Nam Việt Nam



Hình 3.11: Một số kiểu vân bụng của nhóm trung gian giữa hai loài *P. disjunctivus* x *P. pardalis* (H1- H6) ở miền Nam Việt Nam

Phân tích phân biệt từng bước theo nhóm dựa trên các chỉ tiêu đo và đếm cho thấy, phân bố không gian có sự phân vùng đáng kể giữa các loài thuộc giống *Pterygoplichthys* và nhóm trung gian giữa hai loài (Hình 3.12). Tập hợp các chỉ tiêu đóng góp quan trọng nhất cho việc phân loại cá Tỳ bà thu được và nhóm trung gian giữa chúng bao gồm 8 chỉ tiêu (dựa trên 32 chỉ tiêu đo và 6 chỉ tiêu đếm được phân tích), gồm: chiều dài gốc vây hậu môn, chiều dài vây mỡ, khoảng cách từ vây mỡ đến trên vây đuôi, chiều cao cuống đuôi, khoảng cách vây lưng tới vây bụng, khoảng cách sau ổ mắt, chiều dài râu và số lượng tia vây lưng (Bảng 3.5).



Hình 3.12: Phân bố theo nhóm các chỉ tiêu đo (7 chỉ tiêu) và chỉ tiêu đếm (1 chỉ tiêu) của các loài thuộc giống *Pterygoplichthys* theo chức năng phân biệt thứ nhất (Root 1) và thứ hai (Root 2). Root 1 > 0 là chiều dài gốc vây hậu môn, Root 1 < 0 là số tia vây lưng và chiều dài râu. Root 2 > 0 là khoảng cách sau ổ mắt, khoảng cách từ vây mỡ đến trên vây đuôi và khoảng cách giữa vây lưng - vây bụng; Root 2 < 0 chiều dài vây mỡ và chiều cao cuống đuôi.

Từ kết quả phân tích phân biệt từng bước các đặc điểm hình thái cho thấy, việc xác định thành phần loài cá Tỳ bà và nhóm trung gian giữa các loài thu được rất đáng tin cậy ($p < 0,001$). Chỉ số Wilks' Lambda từ 0 đến 0,110 (Bảng 3.5). Tỷ lệ định danh chính xác các loài thuộc giống *Pterygoplichthys* và nhóm trung gian giữa hai loài có độ chính xác lên tới gần 98% (Bảng 3.6).

Bảng 3.5: Kết quả phân tích phân biệt hình thái của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp.

Chỉ tiêu	Wilks' Lambda: 0,110 approx, $F(58,592) = 20,492$ $p < 0,0000$					
	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove (2,296)	p	Dung sai (1- R^2)	R^2
Chiều dài chuẩn	0,111	0,994	0,936	0,393	0,203	0,797
Chiều dài trước vây lưng	0,111	0,999	0,105	0,900	0,176	0,824
CD: nắp mang – vây lưng	0,112	0,992	1,249	0,288	0,094	0,906
CD: nắp mang – vây ngực	0,111	1,000	0,078	0,925	0,103	0,897
CD tia cứng vây ngực	0,111	0,998	0,290	0,749	0,828	0,172
CD tia cứng vây bụng	0,112	0,989	1,695	0,185	0,553	0,447
CD cuống đuôi	0,111	0,999	0,122	0,885	0,611	0,389
CD tia cứng vây hậu môn	0,112	0,991	1,386	0,252	0,656	0,344
KC: vây lưng – vây ngực	0,113	0,981	2,823	0,061	0,288	0,712

Chỉ tiêu	Wilks' Lambda: 0,110 approx, $F(58,592) = 20,492$ $p < 0,0000$					
	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove (2,296)	p	Dung sai (1-R ²)	R ²
CD tia cứng vây lưng	0,111	0,996	0,631	0,533	0,763	0,237
CD gốc vây hậu môn	0,113	0,979	3,137	0,045	0,610	0,390
CD gốc vây lưng	0,111	0,993	1,092	0,337	0,307	0,693
KC vây lưng – vây mõ	0,111	0,994	0,861	0,424	0,121	0,879
CD vây mõ	0,114	0,972	4,287	0,015	0,827	0,173
KC vây mõ-trên vây đuôi	0,113	0,977	3,466	0,033	0,320	0,680
Chiều cao cuống đuôi	0,113	0,978	3,287	0,039	0,606	0,394
KC vây mõ-dưới vây đuôi	0,112	0,984	2,451	0,088	0,295	0,706
KC vây lưng-vây hậu môn	0,111	0,998	0,369	0,692	0,245	0,756
KC vây lưng-vây bụng	0,114	0,969	4,745	0,009	0,378	0,622
Chiều dài đầu	0,112	0,989	1,703	0,184	0,184	0,816
Khoảng cách sau ổ mắt	0,114	0,973	4,069	0,018	0,578	0,422
Đường kính ổ mắt	0,111	1,000	0,013	0,987	0,665	0,335
Chiều dài mõm	0,111	0,995	0,754	0,471	0,846	0,154
Chiều dài râu	0,114	0,974	4,004	0,019	0,651	0,349

Chỉ tiêu	Wilks' Lambda: 0,110 approx, $F(58,592) = 20,492$ $p < 0,0000$					
	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove (2,296)	p	Dung sai (1-R ²)	R ²
Chiều cao đầu	0,111	0,993	0,994	0,371	0,533	0,467
Khoảng cách 2 mũi	0,111	0,992	1,191	0,305	0,851	0,149
Khoảng cách 2 mắt	0,111	1,000	0,032	0,968	0,612	0,388
Chiều rộng ngực	0,111	0,998	0,305	0,737	0,221	0,779
Số lượng tia vây ngực	0,536	0,180	7,031	0,001	0,769	0,231

Ghi chú: Các chỉ tiêu đo được định nghĩa như trong bảng 2. F remove (F loại trừ) – Tiêu chí F liên quan đến loại trừ đặc tính khỏi phép phân tích; p là mức ý nghĩa của tiêu chí F ; R^2 là hệ số giải thích. Các giá trị của các chỉ tiêu hình thái đóng góp đáng kể cho phép phân tích phân biệt được in đậm. CD – chiều dài; KC – khoảng cách.

Bảng 3.6: Ma trận phân loại cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. thu được ở miền Nam Việt Nam theo các đặc điểm hình thái.

TT	<i>P. pardalis</i>	<i>P. disjunctivus</i>	<i>P. pardalis</i> x <i>P. disjunctivus</i> ?	Tỉ lệ (%)
1	72	0	3	96,0
2	0	209	1	99,5
3	1	2	39	92,9
Tổng	73	211	43	97,9

Ghi chú: Thứ tự số 1, 2, 3 ở cột TT (thứ tự) tương ứng với ma trận phân loại của loài *P. pardalis*, *P. disjunctivus* và có thể con lai *P. pardalis* × *P. disjunctivus*?

Hiện nay, các khóa phân loại và hệ thống phân loại của họ cá da trơn Loricariidae vẫn đang tiếp tục được thảo luận. Khóa phân loại tới loài thuộc

giống *Pterygoplichthys* cũng chủ yếu dựa trên sự khác biệt về tiêu chí màu sắc và một phần nhỏ tỷ lệ các phép đo đếm các chỉ tiêu [2], [3]. Có rất nhiều quan điểm cho rằng có hiện tượng con lai giữa hai loài *P. pardalis* × *P. disjunctivus* [6], [35] và không loại trừ điều này xảy ra ở các thủy vực Việt Nam. Vì vậy, để định danh chính xác thành phần loài cá Tỳ bà, phương pháp định danh bằng di truyền phân tử cũng được thực hiện.

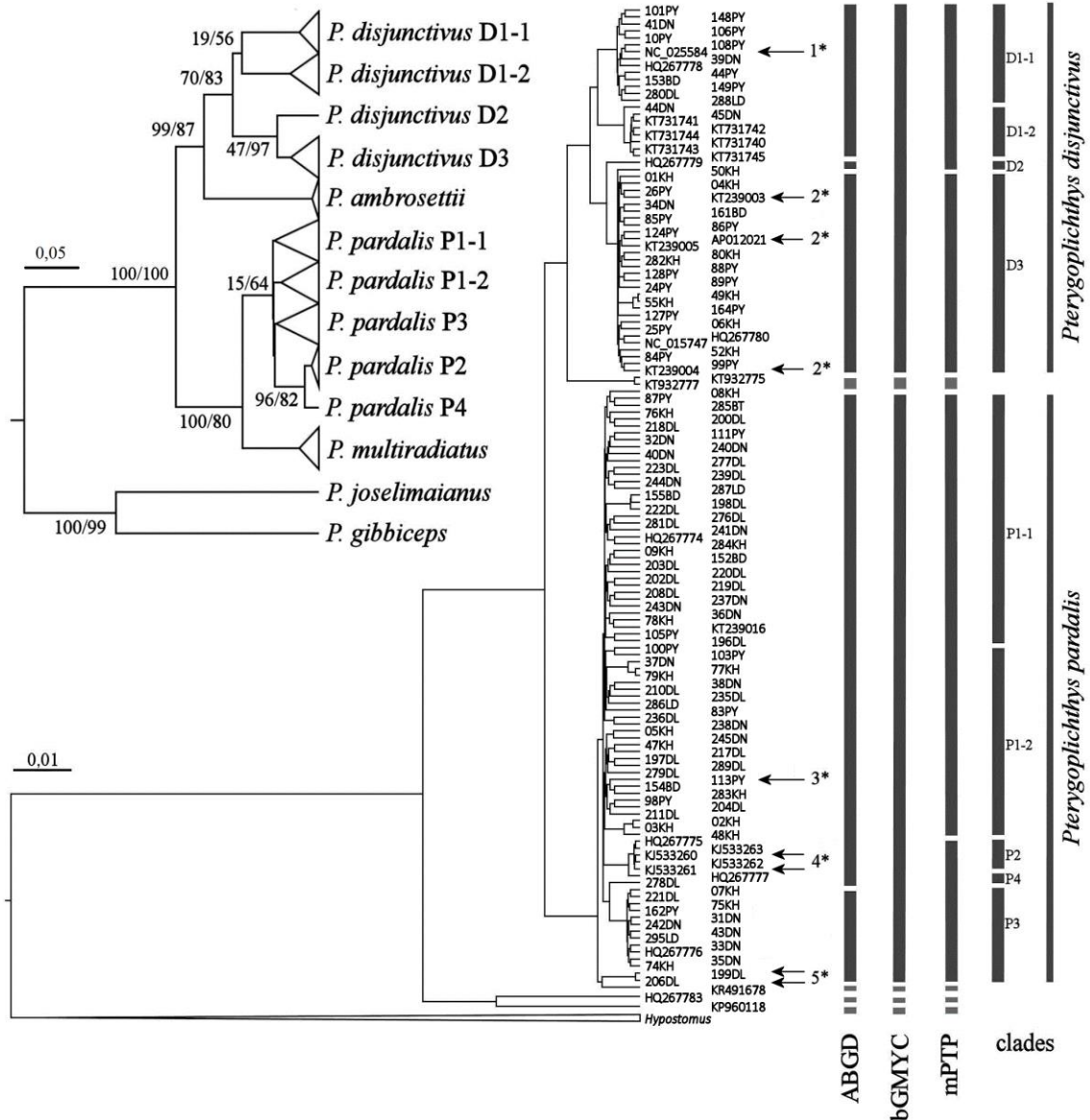
3.2.2.2. Định danh, xác định thành phần loài bằng phương pháp di truyền phân tử

Kết quả phân tích di truyền phân tử của cá Tỳ bà ở miền Nam Việt Nam đã khẳng định tính chính xác của việc phân loại loài bằng phương pháp hình thái gồm hai loài là *P. pardalis* và *P. disjunctivus*. Sử dụng gen mtDNA là một phương pháp định danh chính xác để xác định loài [107] mà nhiều nghiên cứu khác trước đó đã áp dụng [6], [72]. Trong quá trình định loại, các khuyến nghị về định danh loài được xem xét cẩn thận [108]. Phân tích di truyền phân tử cho thấy sự hiện diện của một số dòng phát sinh loài trong các mẫu cá Tỳ bà ở Việt Nam (Hình 3.13 và Hình 3.14).

Cá Tỳ bà *P. pardalis* ở các thủy vực ở miền Nam Việt Nam được đại diện bởi nhánh P1 và P3 (theo thuật ngữ của Wu và cộng sự, 2011 [6]), trong đó nhánh P1 được chia thành hai nhánh nhỏ khác nhau, P1-1 và P1-2 (Hình 3.13). Các đại diện của nhánh P2 và P4, được mô tả trước đây cho cá Tỳ bà thu được ở các thủy vực của Đài Loan [6], không được tìm thấy trong nghiên cứu này. Tuy nhiên, có hai mẫu thu được từ các thủy vực ở tỉnh Đắk Lắk (199DL và 206DL) khá gần với loài *P. multiradiatus* (mặc dù chúng được xác định rõ ràng là *P. pardalis* bằng hình thái học) (Hình 3.13: ở trình tự 5*). Hiện tượng này có thể được giải thích bởi những hạn chế của các khóa phân loại hình thái đối với cá Tỳ bà và cũng như hệ quả của việc lai tạo giữa các loài khá phổ biến [7].

Việc xác định hình thái của con lai thường đơn giản đối với con lai thế hệ thứ nhất. Tuy nhiên, trong trường hợp lai ngược và kết quả của phép lai khác dòng, việc định danh đúng các loài thế hệ F_{n+1} chỉ có thể thực hiện được bằng một bộ ký tự [109]. Trong trường hợp này, bộ gen của ty thể di truyền theo dòng

mẹ và việc sử dụng các vị trí loci nuclear bổ sung trong phân tích có thể không phải lúc nào cũng cung cấp đầy đủ độ phân giải vì các lý do sinh học phân tử [110].



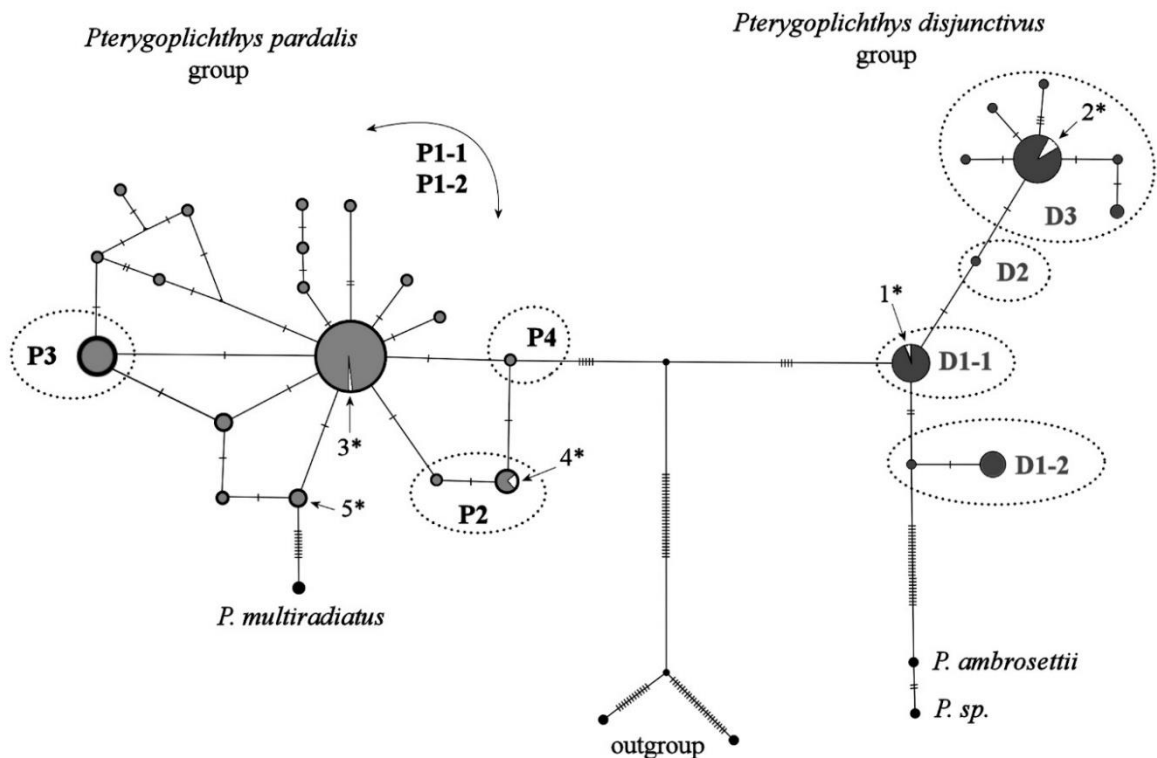
Hình 3.13: Cây phát sinh loài cho tRNA-Glu – cyt-b – tRNA-Thr locus. Cây siêu ma trận Bayesian với nhóm ngoại *Hypostomus* tham chiếu được hiển thị. Kết quả phân định bằng các phương pháp (ABGD, bGMYC, mPTP) được hiển thị dưới dạng các cột kết hợp. Các mẫu đáng ngờ được đánh dấu «*». Cây thu gọn phân nhánh chứa thông tin giá trị xác suất hậu nghiệm cho BI (chữ số đầu tiên) và giá trị bootstrap cho Maximum likelihood - ML (chữ số thứ hai), n=115

Do đó, không thể khẳng định về sự hiện diện của loài *P. multiradiatus* trong các thủy vực Việt Nam, mặc dù không thể loại trừ sự tồn tại của loài này và các con lai của nó (ít nhất, điều này được chứng minh qua dòng ty thể đã được phát hiện). Cần lưu ý rằng, công bố trước đây đã ghi nhận ở sông Mê Kông, miền Nam Việt Nam một cá thể thuộc giống cá Tỳ bà và được định danh là *P. multiradiatus* [9].

Trong các thủy vực ở miền Nam Việt Nam, loài *P. disjunctivus* được đại diện bởi các nhánh D1 và D3 (theo phân loại của Wu và cộng sự, 2011), trong khi nhánh D1 được chia thành hai phân nhánh. Phân nhánh D1-1 thuộc nhánh D1 thực sự phổ biến ở Đông Nam Á, trong khi các đại diện của phân nhánh D1-2 trước đây chỉ được ghi nhận ở Ấn Độ [111].

Phân tích hình thái và di truyền đã chỉ ra rằng, có sự biến đổi kiểu hình và kiểu gen khác nhau ở một số cá thể thu được. Điều này cho thấy, khả năng cao có hiện tượng con lai giữa hai loài *P. pardalis* và *P. disjunctivus*. Có thể kể đến như cá thể 113PY thu được ở tỉnh Phú Yên, có các đặc điểm định danh hình thái đặc trưng của loài *P. disjunctivus*, còn bộ gen ty thể của loài *P. pardalis*, thuộc dòng phát sinh loài P1 (Hình 3.13: ở trình tự 3*). Tương tự, các cá thể lai tiềm ẩn được ghi nhận trong dòng phát sinh loài P2 từ Quần đảo Philippine (Hình 3.13: trình tự số 4*). Các con lai tương tự cũng được tìm thấy ở Đông Nam Á [112]. Trong trường hợp này, có thể giả định rằng mẫu 113PY là phép lai F_{n+1} của *P. pardalis* \times *P. disjunctivus*. Trình tự của *P. anisitsi* (KT239003-5 từ GenBank) [113] và bộ gen ty thể hoàn chỉnh của *Hypostomus plecostomus* (NC_025584 từ GenBank) [85], được mô tả trước đó, cũng có thể là các con lai (Hình 3.13: trình tự số 1* và 2*). Tuy nhiên, khi xem xét loài *P. anisitsi* (Hình 3.9: trình tự số 2*), có thể thấy sự khác biệt di truyền không đáng kể giữa loài *P. anisitsi* và *P. disjunctivus*, đây là những loài phân biệt rõ về hình thái. Sự khác biệt giữa các loài này chủ yếu tập trung trong vùng điều tiết (regulatory region) của mtDNA [71]. Những khác biệt nhỏ về gen tương tự giữa “các loài đặc trưng” (các khác biệt này thường rõ ràng về đặc điểm hình thái và sinh thái) cũng được tìm thấy ở các loài cá khác [114]. Do có trình tự hoàn chỉnh của bộ

gen ty thể NC_025584 [85] từ GenBank (Hình 3.13: trình tự số 1 *), có thể khẳng định về việc định danh chưa đúng của mẫu được cho là loài *Hypostomus plecostomus*. Thật không may, nhóm tác giả [85] đã không cung cấp các đặc điểm định loại của mẫu này và không thực hiện phân tích so sánh các trình tự thu được. Tuy nhiên, bộ gen ty thể NC_025584 [85] rõ ràng thuộc về loài *Pterygoplichthys disjunctivus* dựa vào cả mã vạch COI cyt-b, ADN và dựa vào kết quả so sánh (align) toàn bộ bộ gen của nBLAST. Điều này có thể là do bộ gen ty thể của *P. disjunctivus* đã được sử dụng làm bộ gen tham chiếu chưa tốt [85], dẫn đến sự lắp ráp sai contig với cự ly không đủ hoặc việc cài đặt chương trình chưa chính xác. Một nguyên nhân khác có thể là do trình tự này không phải của *Hypostomus plecostomus*, mà là của con lai giữa *P. disjunctivus* × *H. plecostomus*.



Hình 3.14. Mạng lưới Haplotype được xây dựng cho locus tRNA-Glu - cyt-b - tRNA-Thr. Các dòng phát sinh loài đối với loài *P. pardalis* (điểm đánh dấu màu xám nhạt, chữ P) và đối với loài *P. disjunctivus* (điểm màu xám đậm, chữ cái D). dấu "*" – vị trí các trình tự nghi ngờ

Từ kết quả phân tích hình thái và di truyền các mẫu cá thu được có thể khẳng định chính xác thành phần loài cá Tỳ bà ở miền Nam Việt Nam gồm 2 loài là *Pterygoplichthys disjunctivus* và *P. pardalis*. Mặc dù, dựa vào hình thái ngoài cho thấy có nhóm hình thái trung gian giữa hai loài *P. pardalis* × *P. disjunctivus* và phân bố không gian có sự phân vùng nằm giữa 2 loài *P. pardalis* và *P. disjunctivus*. Điều này đặt ra giả thuyết có hiện tượng con lai giữa hai loài kể trên ở các thủy vực miền Nam Việt Nam. Hiện tượng con lai giữa hai loài *Pterygoplichthys pardalis* × *P. disjunctivus* cũng đã được báo cáo ở nhiều quốc gia trên thế giới [6], [35]. Mặc dù, có một số mẫu thu được là *P. pardalis* (mẫu 199DL và 206DL) về mặt di truyền khá gần với loài *P. multiradiatus* hay có sự biểu hiện về kiểu hình và kiểu gen khác nhau ở mẫu 113PY v.v.. Tuy nhiên, kết quả phân tích di truyền trong nghiên cứu này chưa cung cấp đầy đủ minh chứng về hiện tượng con lai này. Vấn đề này cần được giải quyết bằng các nghiên cứu thực nghiệm lai tạo trong các bể thí nghiệm và các phân tích di truyền phân tử sâu hơn.

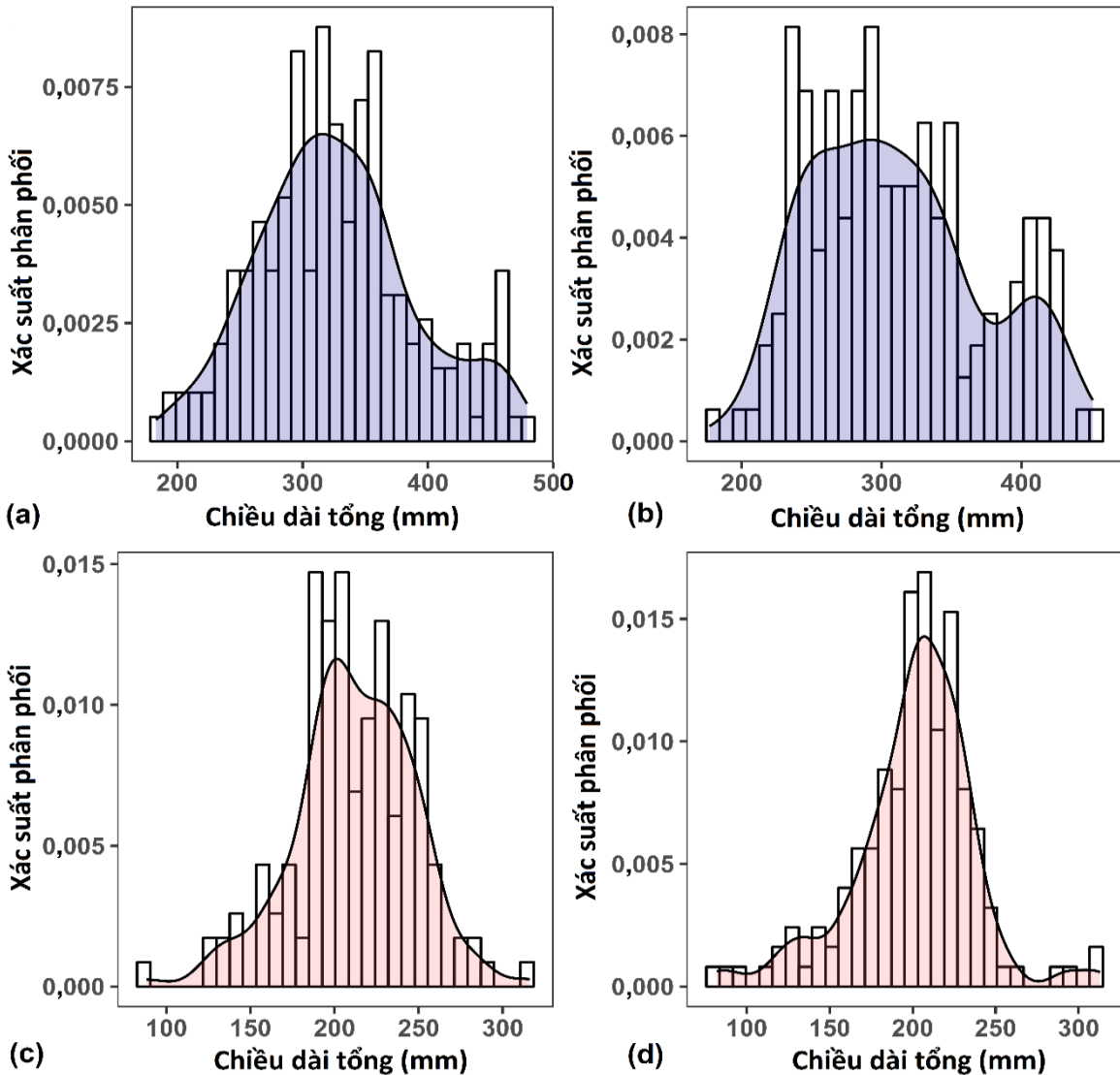
Những nghiên cứu trước đây cho thấy các loài cá Tỳ bà có sức sinh sản khá lớn, tăng trưởng nhanh [31], [38], [46]. Một số nghiên cứu trước đây về đặc điểm sinh sản và tăng trưởng của cá Tỳ bà ở Việt Nam chưa cung cấp đầy đủ các thông tin cần thiết. Các kết quả đầy đủ về các đặc điểm sinh sản, tương quan giữa chiều dài và khối lượng của cá ở các dạng thủy vực đặc thù sẽ được trình bày dưới đây. Cá Tỳ bà ở hai dạng thủy vực đặc thù là nước chảy (sông Dinh) và nước tĩnh (hồ Suối Trầu) được nghiên cứu trong vòng một năm để xác định các đặc điểm sinh học này.

3.3. Kích thước, tương quan giữa chiều dài - khối lượng và sinh học sinh sản của cá Tỳ bà *P. disjunctivus* ở sông Dinh và hồ Suối Trầu

3.3.1. Kích thước của cá Tỳ bà ở sông Dinh và hồ Suối Trầu

Chiều dài tổng L_t của *P. disjunctivus* ở sông Dinh: Cá cái: 177 - 451 mm (trung bình: $310,12 \pm 4,70$ mm); Cá đực: 183 - 479 mm (trung bình $327,33 \pm 4,54$ mm). Ở hồ Suối Trầu: Cá cái: 82 - 313 mm (trung bình: $200,99 \pm 2,94$ mm); Cá đực: 88 - 316 mm (trung bình $211,54 \pm 2,93$ mm) (Bảng 3.7). Kết quả

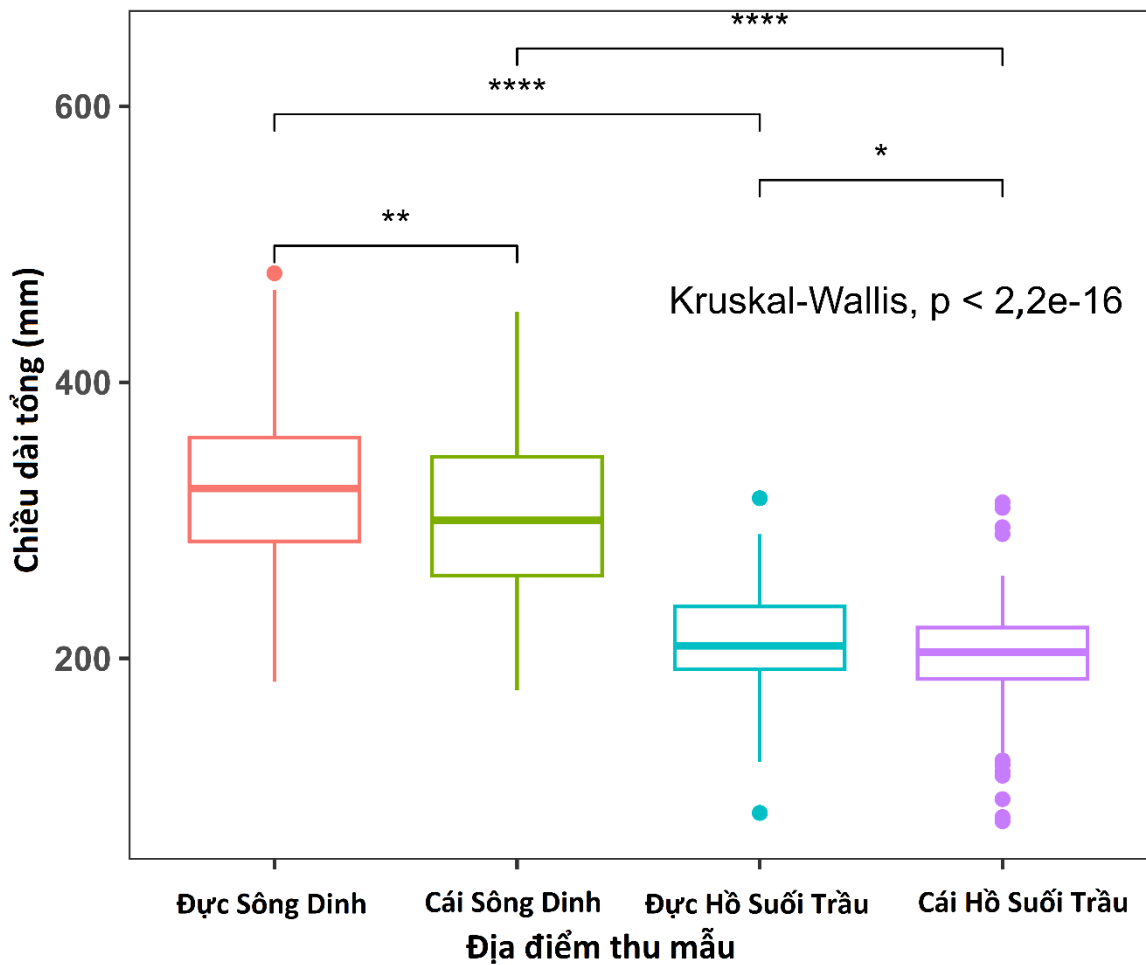
từ các kiểm định phân bố chuẩn Shapiro-Wilk chỉ ra rằng dữ liệu L_t không tuân theo quy luật phân bố chuẩn (đối với cả 4 kiểm định Shapiro-Wilk, giá trị $p < 0,05$) (Hình 3.15 và Bảng 3.7).



Hình 3.15: Biểu đồ phân phối mật độ chiều dài tổng ở cá đực và cá cái *P. disjunctivus* tại sông Dinh và hồ Suối Trầu: (a) – Cá đực sông Dinh; (b) – Cá cái sông Dinh; (c) – Cá đực hồ Suối Trầu; (d) – Cá cái hồ Suối Trầu.

Kiểm định Kruskal-Wallis ($p < 0,001$) cho thấy có sự khác biệt thống kê về L_t trung bình giữa các thủy vực: có sự khác biệt thống kê về L_t trung bình giữa cá đực và cá cái ở sông Dinh ($p < 0,01$), đực và cái ở hồ Suối Trầu ($p < 0,01$), cá cái ở sông Dinh và cá cái ở hồ Suối Trầu ($p < 0,001$), cá đực ở sông Dinh và cá đực ở hồ Suối Trầu ($p < 0,001$). Kích thước L_t có xu hướng tăng ở cả cá đực và cá cái sống ở sông hơn so với hồ chứa (Hình 3.16 và Bảng 3.7).

Nghiên cứu này tìm thấy sự khác biệt về kích thước của *P. disjunctivus* từ hai thủy vực. Nói chung, cả con đực và con cái *P. disjunctivus* từ môi trường sống nước chảy (sông Dinh) đều lớn hơn so với môi trường nước tĩnh (hồ Suối Trầu). Sự khác biệt về chế độ thủy văn và chất lượng môi trường nước ở hai thủy vực (phụ lục 9) có thể dẫn đến sự khác biệt về nguồn thức ăn, hàm lượng oxy hòa tan, nơi cư trú và sự cạnh tranh giữa các loài dẫn đến kích thước khác nhau ở hai thủy vực.



Hình 3.16: Boxplot (đường ngang ở hộp: trung vị, giá trị của phần tư thứ nhất và thứ 3, thanh đứng là giá trị biên trên và dưới; các chấm là các giá trị ngoại biên) về kiểm định Kruskal – Wallis chiều dài tổng của cá đực và cá cái *P. disjunctivus* ở sông Dinh và hồ Suối Trầu (**: $p < 0,01$; ****: $p < 0,001$)

3.3.2. Tương quan giữa chiều dài – khối lượng

Tương quan giữa chiều dài và khối lượng cá được trình bày ở Hình 3.17 và Bảng 3.7.

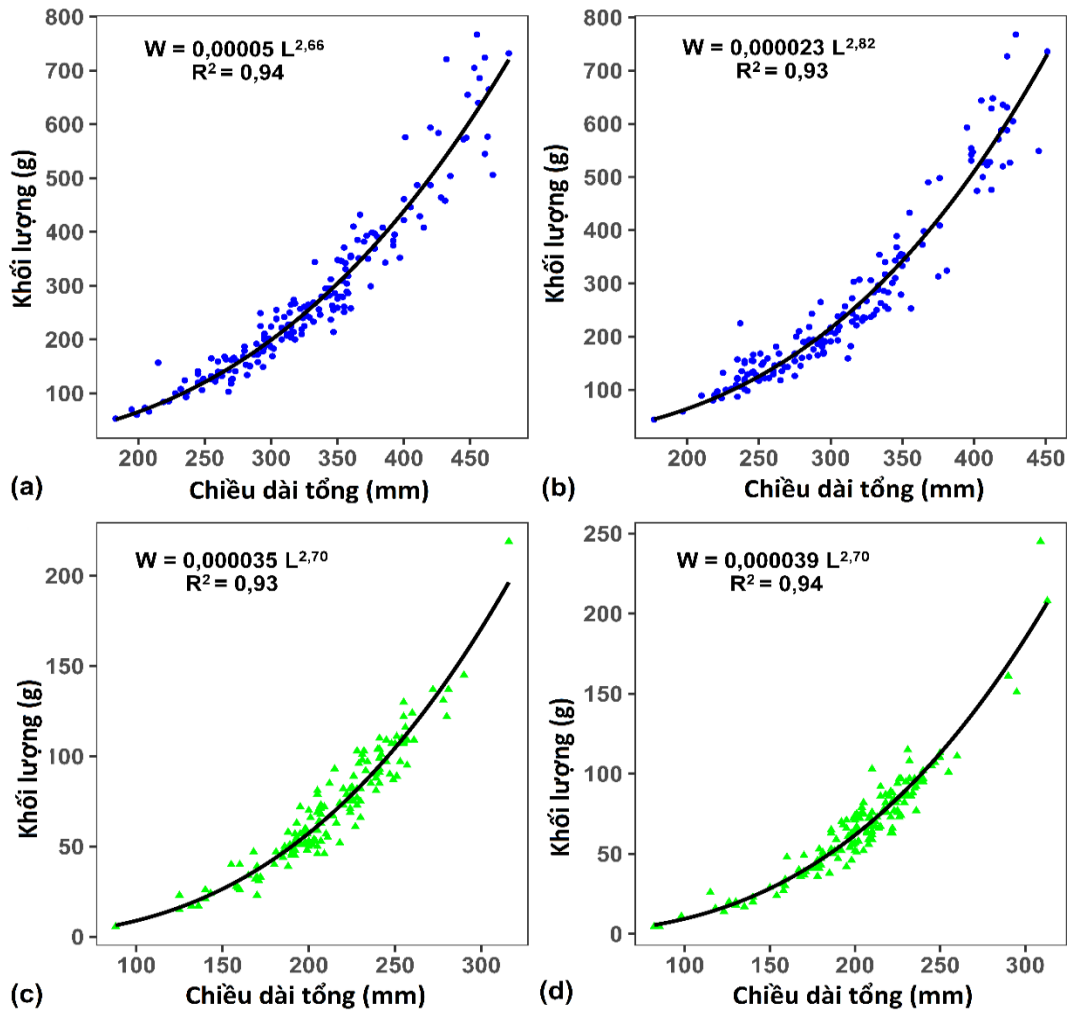
Cá đực ở sông Dinh: $W = 0,00005 L^{2,66}$, $R^2 = 0,94$, $n = 190$, $p \sim 0$

Cá cái ở sông Dinh: $W = 0,000023 L^{2,82}$, $R^2 = 0,93$, $n = 169$, $p \sim 0$

Cá đực ở hồ Suối Trầu: $W = 0,000035 L^{2,70}$, $R^2 = 0,93$, $n = 147$, $p \sim 0$

Cá cái ở hồ Suối Trầu: $W = 0,000039 L^{2,70}$, $R^2 = 0,94$, $n = 156$, $p \sim 0$

Tất cả các tham số sinh trưởng b đều khác biệt có ý nghĩa thống kê so với giá trị tham chiếu $b = 3$ ở cả cá đực và cá cái ở hai thủy vực nghiên cứu (cá đực ở sông Dinh: $t = -6,94$; $df = 188$; $p = 6,16 \times 10^{-11}$; cá cái ở sông Dinh: $t = -2,99$; $df = 167$; $p = 0,003$; cá đực ở hồ Suối Trầu: $t = -4,76$, $df = 145$, $p = 4,6 \times 10^{-6}$; cá cái ở hồ Suối Trầu: $t = -5,54$, $df = 154$, $p = 1,93 \times 10^{-7}$). Kết quả chỉ ra rằng cá có xu hướng tăng trưởng về chiều dài nhanh hơn khối lượng ở cả cá đực và cá cái *P. disjunctivus* ở các thủy vực nghiên cứu (Bảng 3.7).



Hình 3.17: Tương quan giữa chiều dài và khối lượng cơ thể cá Tỳ bà ở sông Dinh và hồ Suối Trầu. (a) – Cá đực sông Dinh; (b) – Cá cái sông Dinh; (c) – Cá đực hồ Suối Trầu; (d) – Cá cái hồ Suối Trầu

Cả cá đực và cá cái *P. disjunctivus* đánh bắt được ở sông Dinh (nước chảy) và hồ Suối Trầu (nước tĩnh) trong nghiên cứu này đều tăng trưởng về chiều dài nhanh hơn khối lượng ($b = 2,66 - 2,82$), điều này chỉ ra rằng những con cá này có xu hướng thon hơn khi chúng sinh trưởng trong các thủy vực. Tăng trưởng này cũng được ghi nhận ở loài *P. pardalis* từ sông Langat, Malaysia ($b = 2,538 \pm 0,039$) [41] và *Pterygoplichthys* spp. từ 6 thủy vực ở tỉnh Guangdong, Trung Quốc ($b = 2,515 - 2,973$) [49].

Bảng 3.7: Tương quan giữa chiều dài và khối lượng *P. disjunctivus*

Thủy vực	Giới tính	L_{\min} - L_{\max} (mm) (Mean \pm SE)	W_{\min} - W_{\max} (g) (Mean \pm SE)	<i>a</i>	<i>b</i>	CI(<i>b</i>)	R ²	p of regression	t-test sig	Kiểu tăng trưởng
Sông Dinh	Đực (n=190)	183-479 (327,33 \pm 4,54)	53-767 (275,76 \pm 10,91)	0,00005	2,66	2,57-2,76	0,94	$<2,2 \times 10^{-16}$	$<6,16 \times 10^{-11}$	Na
	Cái (n=169)	177-451 (310,12 \pm 4,70)	44-767 (275,16 \pm 10,91)	0,000023	2,82	2,70-2,94	0,93	$<2,2 \times 10^{-16}$	0,003	Na
Hồ Suối Trầu	Đực (n=147)	88-316 (211,54 \pm 2,93)	5,62-219 (70,96 \pm 2,59)	0,000035	2,70	2,58-2,82	0,93	$<2,2 \times 10^{-16}$	$<4,60 \times 10^{-6}$	Na
	Cái (n=156)	82-313 (200,99 \pm 2,94)	4,6-245 (67,30 \pm 2,58)	0,000039	2,70	2,58-2,81	0,94	$<2,2 \times 10^{-16}$	$1,93 \times 10^{-7}$	Na

Ghi chú: Giá trị nhỏ nhất (min) - giá trị lớn nhất (max) của L_t và W_t , CI(*b*): khoảng tin cậy 95% của giá trị *b*; R²: hệ số giải thích, p of regression là mức ý nghĩa của phương trình hồi quy, t-test sig là mức ý nghĩa của kiểm định t giữa giá trị *b* có khác biệt mang ý nghĩa thống kê so với giá trị tham chiếu 3. Na – Tăng trưởng về khối lượng chậm hơn chiều dài.

3.3.3. Tỷ lệ giới tính

Cá Tỳ bà loài *P. disjunctivus* thu được có thể phân biệt đực cái bằng mắt thường ở kích thước khá nhỏ ($L_t \approx 8$ cm). Tỷ lệ đực cái của cá Tỳ bà thu được ở sông Dinh là 1,12:1 và tỷ lệ đực cái ở hồ Suối Trầu là 0,96:1. Như vậy, tỷ lệ đực cái của cá Tỳ bà từ cả sông Dinh và hồ Suối Trầu đều gần như 1:1 (*prop.test*; $p > 0,05$). Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về tỷ lệ đực cái ở hai thủy vực (0,53; 0,49) (*prop.test*; $p > 0,05$). Kết quả này tương tự với tỷ lệ giới tính của loài *P. disjunctivus* ở sông Marikina, Philippines [115]. Tuy nhiên, số lượng cá cái *P. disjunctivus* thu được nhiều hơn cá đực vùng đất ngập nước phía đông Kolkata (Ấn Độ) [5], [25], [34] và cá cái *Pterygoplichthys* spp. cũng nhiều hơn cá đực ở sông Peninsular (Malaysia) và sông Kaoping (Đài Loan) [5], [25]

3.3.4. Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục cái

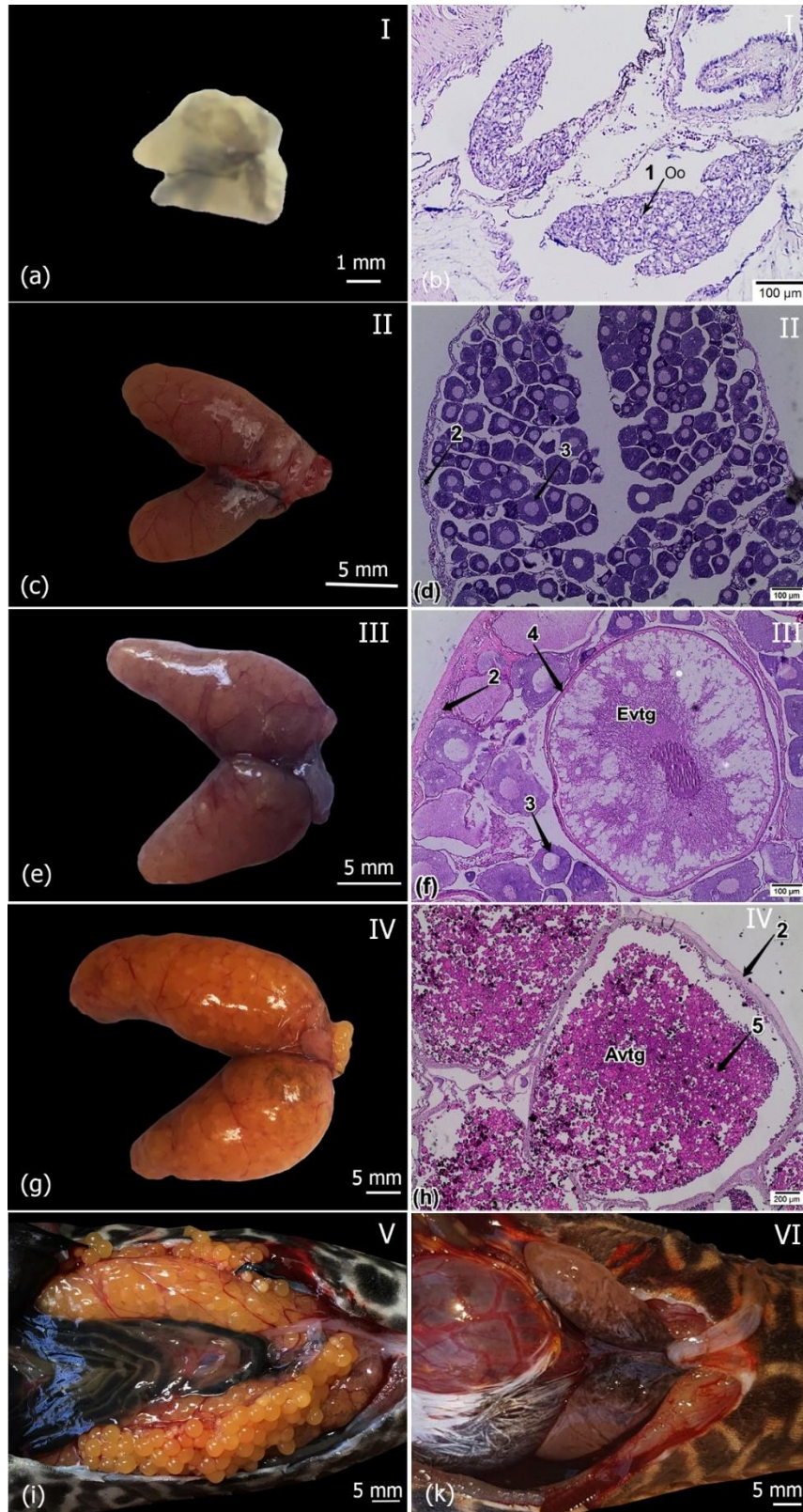
Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục cái dựa trên hình thái ngoài và đặc điểm mô học của buồng trứng được trình bày ở Bảng 3.8 và Hình 3.18. Cá Tỳ bà loài *P. disjunctivus* ở các thủy vực miền Nam Việt Nam gồm 6 giai đoạn phát triển tuyến sinh dục.

Bảng 3.8: Các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục cái của *P. disjunctivus*.

Giai đoạn	Đặc điểm hình thái ngoài và mô học buồng trứng
I	Buồng trứng có màu hồng nhạt đến trong suốt, rất mảnh. Thành buồng trứng rất mỏng, không thể nhìn thấy các tế bào trứng bằng mắt thường. Mô học, các tế bào trứng dày đặc, liên kết chặt chẽ với nhau. Chủ yếu là các noãn nguyên bào – Oogonium (Oo) (Hình 3.18a).
II	Buồng trứng có màu vàng nhạt đến mờ đục. Có các mạch máu lớn hơn, không thể nhìn thấy tế bào trứng bằng mắt thường qua màng trứng. Mô học, các tế bào trứng phát triển, nhân chiếm khoảng $\frac{1}{2}$ diện tích, rất ít không bào (Hình 3.18b).

Giai đoạn	Đặc điểm hình thái ngoài và mô học buồng trứng
III	Buồng trứng phát triển lớn hơn, có màu vàng sáng, có thể nhìn thấy tế bào trứng bằng mắt thường (buồng trứng bao gồm cả trứng giai đoạn II và giai đoạn III). Mô học, tế bào trứng tăng nhanh về kích thước, bắt màu hồng nhạt với Hematoxylin và Eosine (Hình 3.18c).
IV	Buồng trứng gần tham gia sinh sản, có màu vàng đậm hơn (vàng rom, vàng đỏ đến màu lòng đỏ trứng gà), một mạch máu lớn có thể nhìn thấy dọc buồng trứng. Mô học, kích thước tế bào trứng gần như đạt cực đại, chứa các hạt noãn hoàng dày đặc, noãn bào bắt màu tím đậm với Hematoxylin và Eosine, nhân hoàn toàn tan biến (Hình 3.18d).
V	Buồng trứng tham gia sinh sản, một phần trứng đã rơi xuống xoang bụng, các tế bào trứng có thể tách rời và ấn nhẹ vào bụng thấy trứng chảy ra.
VI	Buồng trứng sau khi tham gia sinh sản, màu tím đến màu hồng đậm, nhẵn nhéo, thành buồng trứng dày, có thể còn sót lại một ít trứng nhỏ.

Trong nghiên cứu này, 6 giai đoạn phát triển tuyến sinh dục của *P. disjunctivus* đánh bắt từ sông Dinh và hồ Suối Trầu đã được mô tả tương tự với Jumawan và Herrera (2014)[115]. Tuy nhiên, việc sử dụng thông số chiếm thể tích của buồng trứng so với khoang bụng như một chỉ số để xác định các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục theo Jumawan và Herrera (2014) là không phù hợp đối với loài này ở sông Dinh và hồ Suối Trầu. Bởi vì, hình thức sinh sản của chúng thay đổi đa dạng và chỉ số GSI ở cá trưởng thành dao động lớn. Bên cạnh đó, một số cá thể có tuyến sinh dục ở giai đoạn IV chiếm thể tích nhỏ so với khoang bụng (chỉ từ 15% đến 20%).

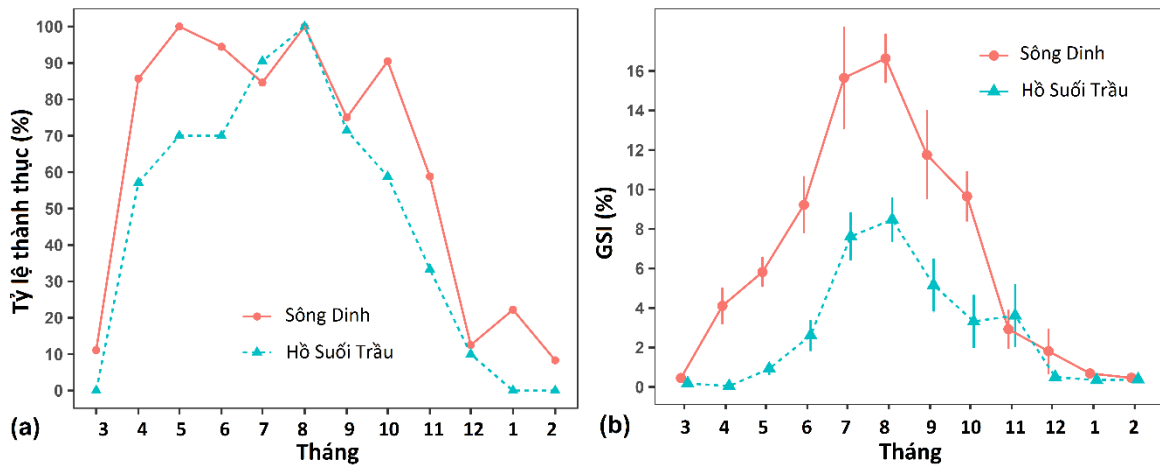


Hình 3.18. Hình thái ngoài và cấu trúc mô học buồng trứng các giai đoạn phát triển tuyến sinh dục của cá Tỳ bà

Ghi chú: (a), (b) – giai đoạn I; (c), (d) – giai đoạn II; (e), (f) – giai đoạn III; (g), (h) – giai đoạn IV; (i) – giai đoạn V và (k) – giai đoạn VI; Evtg -- Trứng ở giai đoạn sớm của quá trình tạo noãn hoàng; Avtg: Trứng ở giai đoạn noãn hoàng cực đại; Mũi tên 1 -- Noãn nguyên bào (Oo); Mũi tên 2 -- Thành vỏ của buồng trứng; Mũi tên 3 -- Trứng ở giai đoạn tiền phát triển noãn hoàng; Mũi tên 4 -- Trứng ở giai đoạn phát triển noãn hoàng; Mũi tên 5 -- Hạt noãn hoàng ở giai đoạn trứng phát triển cực đại

3.3.5. Mùa vụ sinh sản

Tỷ lệ thành thực sinh dục của cá Tỳ bà khá tương đồng ở cả hai thủy vực. Tuy nhiên, tỷ lệ này thay đổi giữa các tháng trong năm. Tỷ lệ này cao hơn trong khoảng thời gian từ tháng 4 đến tháng 10 so với tháng 11 đến tháng 3, cao nhất vào tháng 8 (100%) và thấp nhất vào tháng 2 (<10%) (Hình 3.19a). Tương tự, chỉ số GSI cao nhất đạt $16,63 \pm 1,25\%$ ở cá thu từ sông Dinh và $8,48 \pm 1,12\%$ ở cá từ hồ Suối Trầu đã được ghi nhận trong tháng 8. GSI thấp nhất vào tháng 2 ($0,46 \pm 0,07\%$) đối với sông Dinh và tháng 4 ($0,04 \pm 0,03\%$) đối với Suối Trầu (Hình 3.19b).



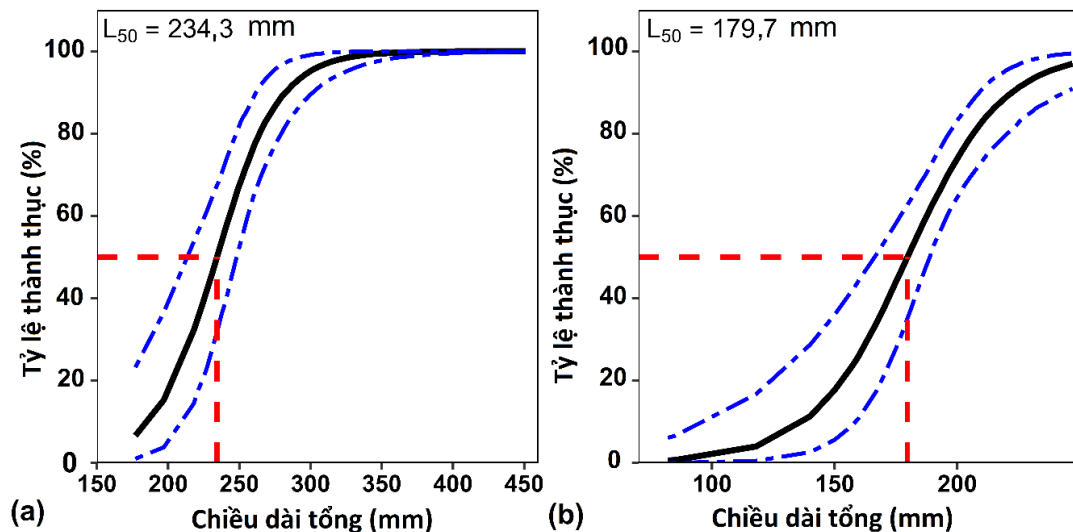
Hình 3.19. Tỷ lệ phần trăm thành thực sinh dục (III-V) theo tháng (Hình a) và sự thay đổi theo tháng chỉ số GSI (%) của cá Tỳ bà (Hình b)

Như vậy, cá Tỳ bà sống ở các thủy vực này gần như sinh sản quanh năm, mùa sinh sản kéo dài từ tháng 4 đến tháng 10 và đạt đỉnh vào mùa hè các tháng 7, 8 (Hình 3.19). Kết quả này tương đối phù hợp với nghiên cứu của Zworykin và Budaev (2013), khi nghiên cứu ở sông Dinh cách đây khoảng 10 năm, báo cáo cho thấy cá Tỳ bà có khả năng sinh sản từ tháng 10 đến tháng 12 (GSI: 6,59 - 15,77%) và giai đoạn tái phục hồi vào tháng 1 [11]. Nói chung, mùa vụ sinh sản của *P. disjunctivus* là vào mùa hè. Ví dụ như, ở hồ chứa El Infiernillo, Mexico từ tháng 5 đến tháng 11 và đạt đỉnh từ tháng 7 đến tháng 10 [40] và từ tháng 5 đến tháng 10 (GSI: 5,41 - 5,98%) ở suối Volusia Blue Spring, Florida, Mỹ [39], [45]. Tuy nhiên, một số nghiên cứu khác cho thấy mùa vụ sinh sản chính của giống cá này lại vào mùa mưa. Ví dụ như, ở sông Marikina, Philippines là từ tháng 6 đến

tháng 9 [42] và ở vùng đất ngập nước phía đông Kolkata, Ấn Độ là từ tháng 6 đến tháng 11 [34]. Rõ ràng, tùy vào các vùng địa lý và yếu tố thời tiết, *P. disjunctivus* có thể sinh sản vào các mùa khác nhau trong năm. Trong hướng tiếp theo, chúng tôi sẽ mở rộng nghiên cứu về đặc điểm sinh sản của chúng tại các tỉnh phía Bắc Việt Nam, nơi có điều kiện thời tiết khác với miền Nam Việt Nam để so sánh một số đặc điểm sinh học sinh sản giữa 2 vùng địa lý có khí hậu đặc thù ở Việt Nam.

3.3.6. Kích thước thành thực sinh dục lần đầu

Kích thước thành thực sinh dục lần đầu lần đầu của cá cái ở hồ Suối Trầu và sông Dinh lần lượt là 179,7 mm (130 mm L_s) và 234,3 mm (\approx 160 mm L_s) (Hình 3.20).



Hình 3.20. Kích thước thành thực sinh dục lần đầu trên 50% (L_{50}) của cá Tỳ bà *P. disjunctivus*: (a) – Sông Dinh, (b) – Hồ Suối Trầu

Đặc biệt, kích thước thành thực sinh dục trên 50% của cá cái *P. disjunctivus* ở hồ Suối Trầu và sông Dinh nhỏ hơn các báo cáo khác trên toàn thế giới và cá thể nhỏ nhất lúc thành thực sinh dục ở hồ Suối Trầu chỉ có chiều dài 16,7 cm và khối lượng 40 g. Trong khi ở Nam Mỹ, những con cá Tỳ bà bản địa bắt đầu sinh sản khi có kích thước 25 cm, không rõ L_s hay L_t [31]. Ở Bắc Mỹ, kích thước thành thực sinh dục 50% của loài *P. disjunctivus* ở hồ chứa El Infiernillo, Mexico là 19.2 cm L_s [40] và ở suối Volusia Blue Spring Florida, Mỹ là 26 cm L_s [39], [45]. Ở khu vực châu Á, loài *P. disjunctivus* ở vùng đất ngập nước phía Kolkata, Ấn Độ là 24 cm L_t [34] và *P. disjunctivus* từ sông

Marikina, Philippines là 26 cm L_s [115]. Rõ ràng, kích thước thành thực sinh dục của cá trong nghiên cứu này nhỏ hơn cá ở bản địa và các nghiên cứu khác. Đây có thể là đặc tính thích nghi rất quan trọng của cá Tỳ bà ở các thủy vực Việt Nam.

3.3.7. Sức sinh sản

Sức sinh sản tuyệt đối cho lần đẻ thứ nhất (F_{ab}) của *P. disjunctivus* ở sông Dinh và hồ Suối Trầu lần lượt là 4.812 ± 383 trứng/cá thể (dao động từ 103 đến 8.208 trứng/cá thể) và 841 ± 91 trứng/cá thể (150 – 1.993 trứng/cá thể) ($p < 0,05$). Sức sinh sản tương đối cho lần đẻ thứ nhất (RF_b) ở sông Dinh và hồ Suối Trầu lần lượt là $13,36 \pm 0,81$ trứng/g (0,69 – 21,32 trứng/g) và $12,97 \pm 1,19$ trứng/g (3,26 – 25,23). Không có sự khác biệt về RF_b của cá giữa các thủy vực ($p > 0,05$) (Bảng 3.9).

Tổng sức sinh sản tuyệt đối (F_{at}) ở sông Dinh và hồ Suối Trầu lần lượt là 6.000 ± 483 trứng/cá thể (1.303 – 10.574 trứng/cá thể) và 995 ± 101 trứng/cá thể (150 – 2.255 trứng/cá thể) ($p < 0,05$). Tổng sức sinh sản tương đối (RF_t) ở sông Dinh và hồ Suối Trầu là $16,63 \pm 0,92$ trứng/g (7,05 – 26,00 trứng/g) và $15,48 \pm 1,35$ trứng/g (3,26 – 28,55 trứng/g). Không có sự khác biệt về RF_t của cá giữa các thủy vực ($p > 0,05$) (Bảng 3.9).

Điều thú vị là, kết quả nghiên cứu cho thấy có sự khác biệt lớn về sức sinh sản tuyệt đối của *P. disjunctivus* tại sông Dinh và hồ Suối Trầu. Mặc dù, hai thủy vực này nằm gần nhau, khoảng cách giữa hai địa điểm lấy mẫu chỉ là 8 km và trong cùng điều kiện khí hậu và thời tiết. Sự khác biệt về sức sinh sản tuyệt đối của *P. disjunctivus* là do kích thước cá khác nhau thu được ở các thủy vực (Hình 3.16), cũng như sự khác nhau giữa yếu tố thủy văn và môi trường nước ở hai thủy vực này cũng góp phần vào sự khác biệt này. Tuy nhiên, sự khác biệt không còn xuất hiện ở sức sinh sản tương đối của *P. disjunctivus*. Sức sinh sản tương đối của *P. disjunctivus* trong nghiên cứu này tương đương với sức sinh sản tương đối của *P. disjunctivus* từ hồ chứa El Infiernillo, Mexico ($RF_t = 12,5$ trứng/g) [40] và vùng đất ngập nước phía đông Kolkata, Ấn Độ

($RF_t = 8 - 22$ trứng/g) [34], nhưng lớn hơn so với cá ở suối Volusia Blue Spring Florida, Mỹ ($RF_b = 5,03 - 7,95$ trứng/g) [39], [45].

Chỉ số F_{ab}/F_{at} (%) ở sông Dinh và hồ Suối Trầu lần lượt là $79,83 \pm 2,73\%$ ($7,90 - 92,72\%$) và $84,09 \pm 2,00\%$ ($59,26 - 100\%$) (Bảng 3.9). Loài cá ngoại lai xâm hại *P. disjunctivus* đã thay đổi hình thức sinh sản của chúng để thích nghi với điều kiện môi trường mà chúng xâm chiếm [39]. Hình thức sinh sản của *P. disjunctivus* ở miền Nam Việt Nam rất đa dạng. Dựa vào chỉ số F_{ab}/F_{at} (%) cho thấy chúng có thể sinh sản 1 đợt ($F_{ab}/F_{at} = 100\%$) hoặc sinh sản nhiều đợt (F_{ab}/F_{at} dao động từ 7,9% đến gần 100%). Trong khi, loài *P. disjunctivus* từ Ấn Độ [34] và Philippines [115] chỉ được báo cáo là sinh sản nhiều đợt. Theo Gibbs (2017), sự thay đổi chiến lược sinh sản của chúng có thể được hiểu là sự thích nghi với các thay đổi về môi trường, sinh học hoặc địa lý [39].

3.3.8. Đường kính trứng

Đường kính của nhóm trứng kích thước lớn nhất ở buồng trứng giai đoạn IV-V của *P. disjunctivus* tại sông Dinh và hồ Suối Trầu lần lượt là $2,95 \pm 0,04$ mm (dao động từ 2,50 – 3,41 mm) và $2,58 \pm 0,01$ mm (dao động từ 2,42 – 2,80 mm). Có sự khác biệt đáng kể về đường kính trung bình nhóm kích thước trứng lớn nhất ở hai thủy vực (Bảng 3.9).

Từ các nghiên cứu trước đây và các kết quả thu được có thể thấy, ở vĩ độ càng thấp, kích thước của trứng cá Tỳ bà càng nhỏ và sức sinh sản càng lớn. Đường kính nhóm trứng có kích thước lớn nhất của cá Tỳ bà *P. disjunctivus* ở suối Volusia Blue Spring, Florida, Mỹ từ 2,5 mm đến 4 mm, đường kính trung bình giai đoạn 2005-2007 là 3,44 mm, giai đoạn 2012-2014 là 3,01 mm [39], [45]. Nhóm trứng kích thước lớn nhất có đường kính là 3 - 4 mm đối với cá từ sông Marikina, Philippines [115] và 2,9 – 3,3 mm đối với cá từ vùng đất ngập nước phía Đông Kolkata, Ấn Độ [34]. Còn đối với các thủy vực ở Việt Nam, kích thước trứng nhỏ hơn trong hồ chứa cho phép cá Tỳ bà thích nghi tốt với các điều kiện môi trường bất lợi như nhiệt độ nước cao hơn, mực nước thay đổi lớn trong năm và sự biến động của các yếu tố môi trường khác kèm theo mùa khô kéo dài trong những năm gần đây.

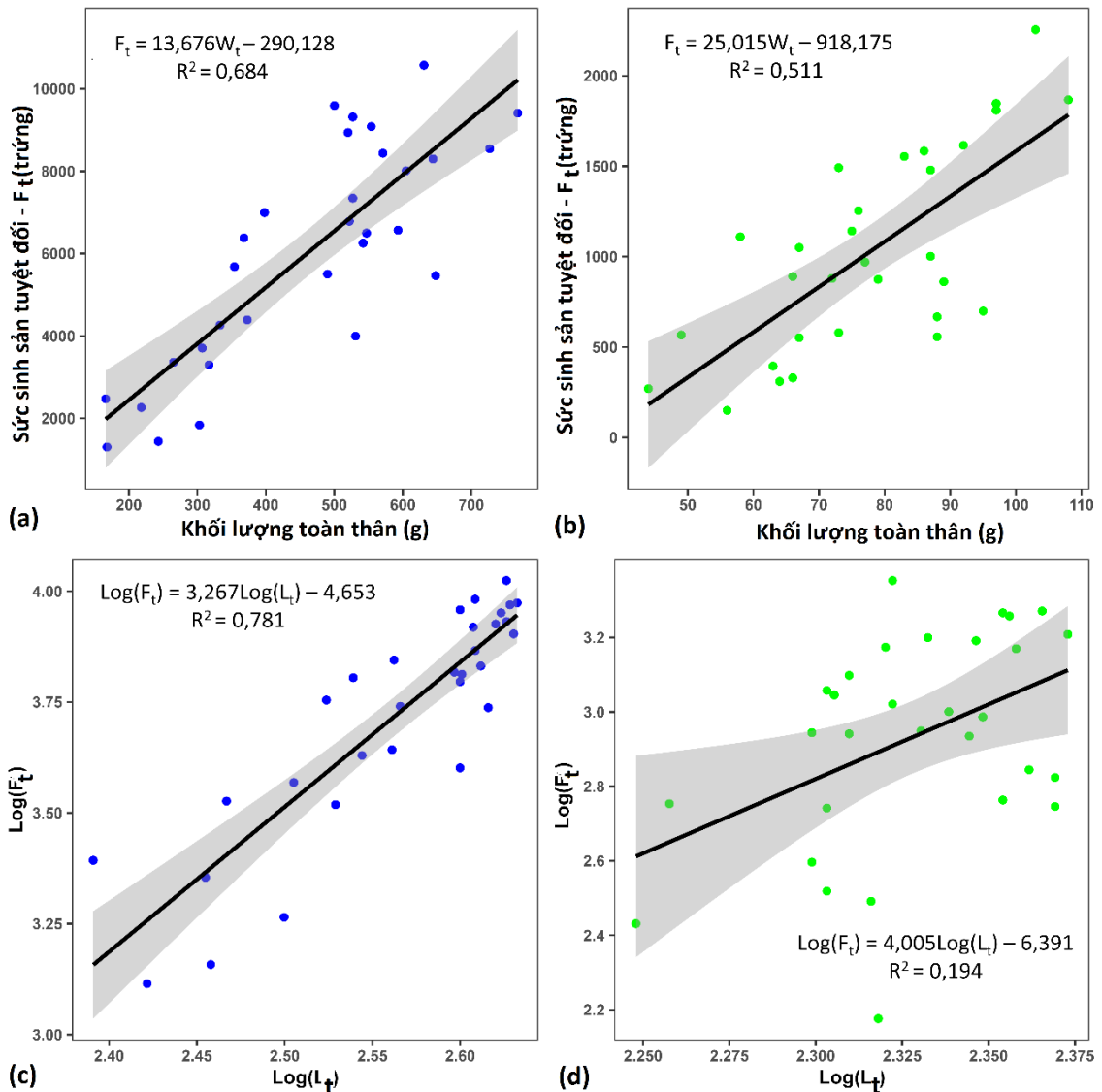
Bảng 3.9: Các thông số sinh sản của cá Tỳ bà *P. disjunctivus* tại sông Dinh và hồ Suối Trầu tỉnh Khánh Hòa

Thông số	Đơn vị	Sông Dinh (n=31)	Hồ Suối Trầu (n=31)	<i>p</i>
		TB \pm SE (min – max)	TB \pm SE (min – max)	
F _{ab}	Trứng	4.812 \pm 383 (103 – 8.208)	841 \pm 91 (150 – 1.993)	< 0,05
F _{at}	Trứng	6.000 \pm 483 (1.303 – 10.574)	995 \pm 101 (150 – 2.255)	< 0,05
F _{ab} /F _{at}	%	79,83 \pm 2,73 (7,90 – 92,72)	84,09 \pm 2,00 (59,26 – 100)	> 0,05
RF _b	Trứng/g	13,36 \pm 0,81 (0,69 – 21,32)	12,97 \pm 1,19 (3,26 – 25,23)	> 0,05
RF _t	Trứng/g	16,63 \pm 0,92 (7,05 – 26,00)	15,48 \pm 1,35 (3,26 – 28,55)	> 0,05
Đường kính nhóm trứng lớn nhất	mm	2,95 \pm 0,04 (2,50 – 3,41)	2,58 \pm 0,01 (2,42 – 2,80)	< 0,05

Ghi chú: F_{ab} – Sinh sản tuyệt đối cho lần đẻ thứ nhất; F_{at} – Tổng sức sinh sản tuyệt đối; RF_b – Sinh sản tương đối cho lần đẻ thứ nhất; RF_t – Tổng sức sinh sản tương đối; SE – Sai số chuẩn; Giá trị nhỏ nhất (min) - giá trị lớn nhất (max); TB – Giá trị trung bình.

3.3.9. Tương quan giữa sức sinh sản và kích thước cơ thể

Sức sinh sản tuyệt đối có tương quan thuận với khối lượng toàn thân ($t = 7,93$; $p = 9,58 \times 10^{-9}$) với hệ số xác định $R^2 = 0,684$ bằng phương trình ($F_t = 13,676W_t - 290,128$; $n = 31$) đối với cá sống trong môi trường nước chảy sông Dinh (Hình 3.21a). Trong môi trường nước tĩnh hồ Suối Trầu, sức sinh sản tuyệt đối cũng tương quan thuận với khối lượng toàn thân ($t = 5,406$; $p = 9,14 \times 10^{-6}$) với hệ số xác định không cao $R^2 = 0,511$ bằng phương trình ($F_t = 25,015W_t - 918,175$; $n = 30$) (Hình 3.21b).



Hình 3.21: Tương quan giữa sức sinh sản tuyệt đối (F_t , trứng) và khối lượng toàn thân (W_t , g). (a) – Sông Dinh; (b) – Hồ Suối Trầu. Tương quan giữa sức sinh sản tuyệt đối $\text{Log}(F_t)$ và chiều dài tổng $\text{Log}(L_t)$: (c) – Sông Dinh; (d) – Hồ Suối Trầu

Tương tự, sức sinh sản tuyệt đối có tương quan thuận với chiều dài tổng ở cá sống trong môi trường nước chảy ($\text{Log}(F_t) = 3,267\text{Log}(L_t) - 4,653$; $R^2 = 0,781$; $t = 10,181$; $p = 4,39 \times 10^{-11}$; $n = 31$) (Hình 3.21c). Đối với cá sống trong môi trường nước tĩnh cũng có tương quan giữa sức sinh sản tuyệt đối với chiều dài tổng ($\text{Log}(F_t) = 4,005\text{Log}(L_t) - 6,391$; $t = 2,597$; $p = 0,0148$; $n = 30$), nhưng hệ số xác định khá thấp $R^2 = 0,194$ (Hình 3.21d). Kết quả nghiên cứu cho thấy, sức sinh sản tuyệt đối có tương quan thuận với kích thước cơ thể (L_t và W_t) ($p < 0,05$).

Nhìn chung, các kết quả nghiên cứu cho thấy kích thước, khả năng sinh sản và đường kính trứng của cá Tỳ bà trong môi trường nước tĩnh nhỏ hơn so với môi trường nước chảy. Mặc dù, chúng thích nghi tốt về mặt sinh thái ở cả hai thủy vực mà chúng xâm chiếm như sự thích nghi về sinh sản, sinh trưởng và duy trì quần thể một cách tối ưu. Những hạn chế về điều kiện sống trong các hồ chứa đã ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của cá Tỳ bà so với việc sinh sống ở các dòng sông. Vì thế, các nghiên cứu tiếp theo trong điều kiện thí nghiệm cần được chú trọng để kiểm tra các giả thuyết thích nghi về sinh thái và hình thái.

3.4. Đặc điểm dinh dưỡng

Các thông số về kích thước cá, chiều dài ống tiêu hóa (ruột và dạ dày) và khối lượng thức ăn của cá Tỳ bà được thể hiện ở Bảng 3.10. Cá được phân tích phổ thức ăn có chiều dài tổng trung bình khoảng 25 cm (dao động từ 10 đến 41 cm), khối lượng cơ thể trung bình 148 g (dao động từ 11 – 408 g).

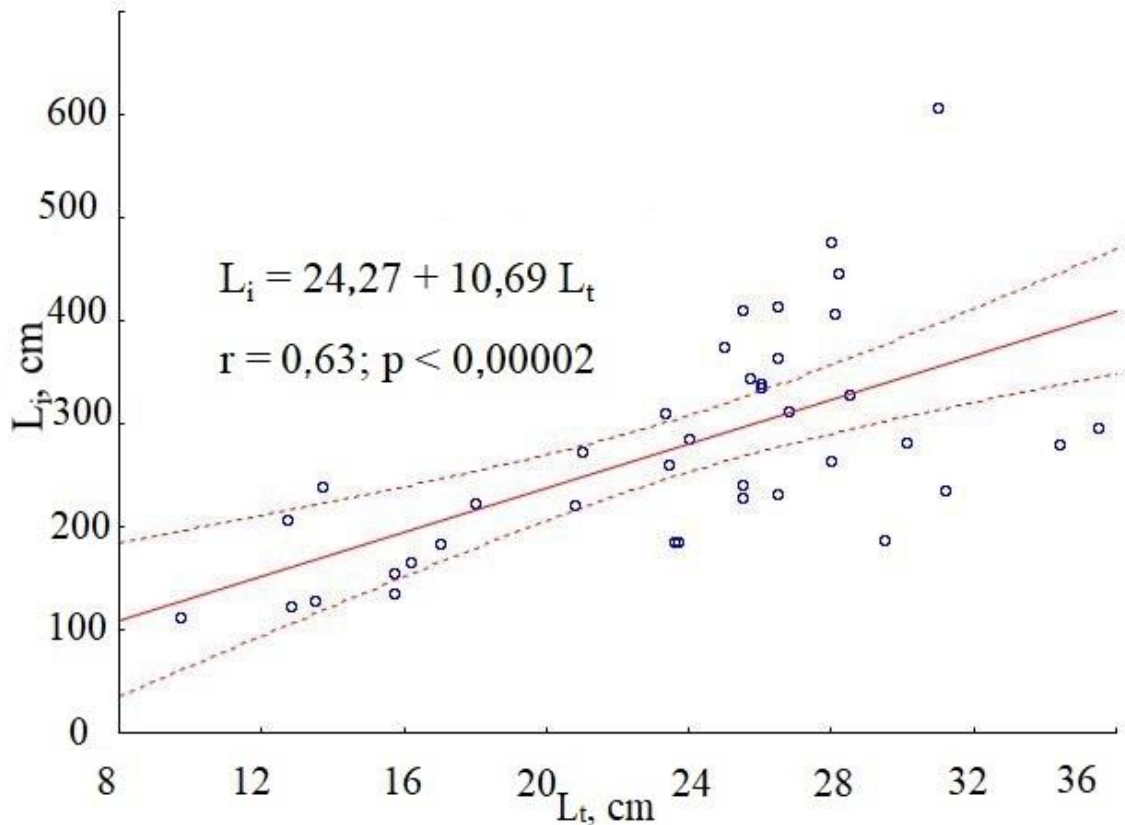
Bảng 3.10: Chiều dài - khối lượng và các đặc điểm dinh dưỡng của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp.

Thông số	Trung bình \pm SE	Min - Max
Chiều dài toàn thân, cm	25 ± 5	10 – 41
Chiều dài chuẩn, cm	19 ± 4	8 – 31
Khối lượng cơ thể, g	148 ± 8	11 – 408
Khối lượng thức ăn, g	$5,24 \pm 0,94$	0,04 – 34,35
Chiều dài ống tiêu hóa, cm	277 ± 17	112 – 606

Ghi chú: SE – Sai số chuẩn; Min – Giá trị nhỏ nhất; Max – Giá trị lớn nhất

Tương quan chiều dài ống tiêu hóa và chiều dài toàn thân (RLG)

Cá Tỳ bà thu được có ống tiêu hóa rất dài, chiều dài trung bình của ống tiêu hóa 277 cm (từ 112 cm đến 606 cm). Chiều dài của ống tiêu hóa lớn hơn khoảng 12 đến 17 lần so với chiều dài toàn thân (RLG = 7 – 12). Có sự tương quan thuận chặt chẽ giữa chiều dài ống tiêu hóa và chiều dài toàn thân ($p < 0,01$) được thể hiện ở Hình 3.22. Kết quả nghiên cứu cho thấy, kích thước cá càng lớn thì đường ruột cá càng dài.

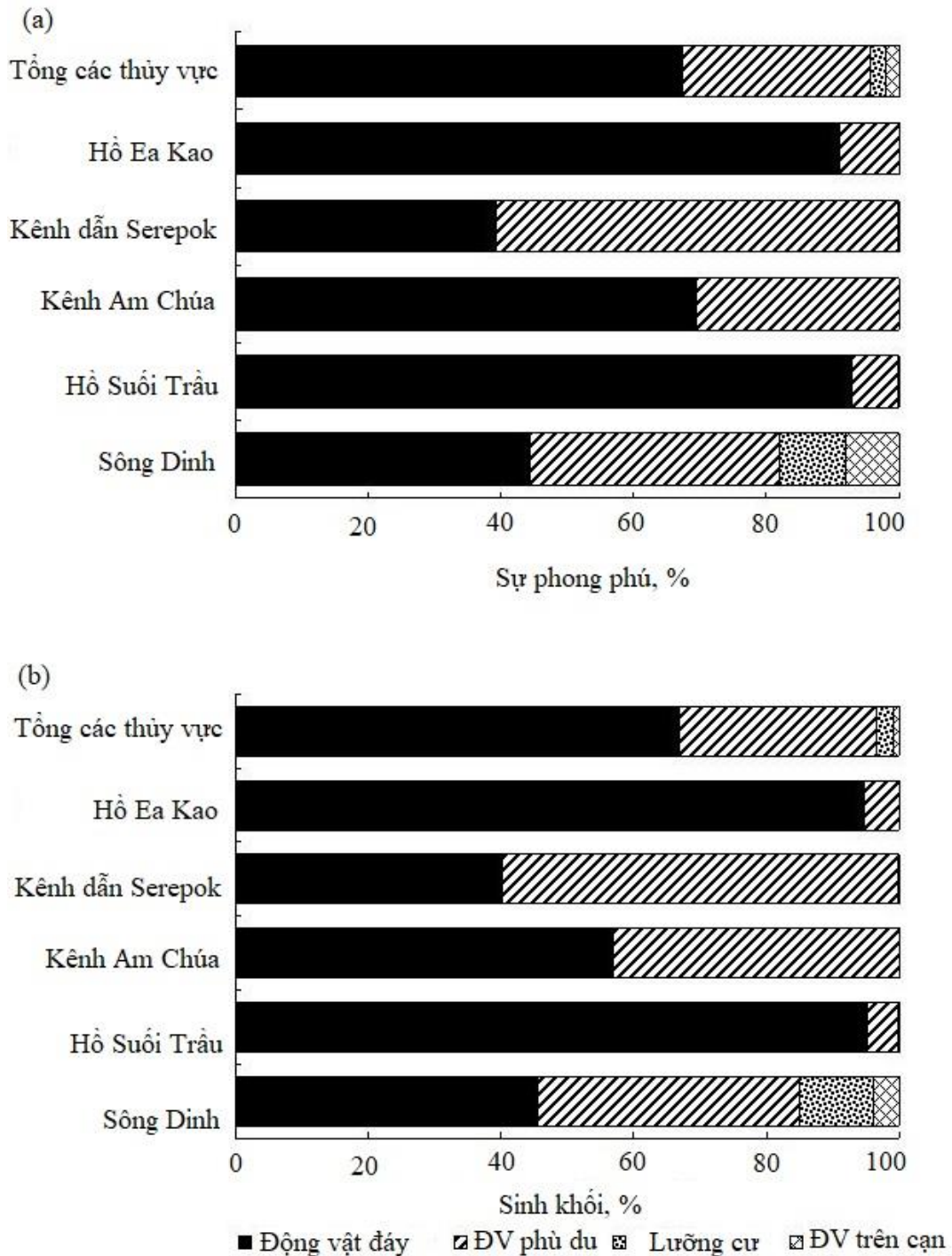


Hình 3.22: Tương quan chiều dài ống tiêu hóa (L_i , cm) và chiều dài toàn thân (L_t) của cá Tỳ bà. Đường chấm cho biết khoảng tin cậy 95%

Phổ thức ăn của cá Tỳ bà

Khối lượng thành phần thức ăn có trong ống tiêu hóa của cá Tỳ bà dao động rất lớn, từ 0,04 g đến 34,35 g (trung bình ~ 5g) (Bảng 3.10). Phổ thức ăn của cá Tỳ bà bao gồm các thành phần như bùn bã hữu cơ (chứa thực vật, đất sét, bùn và các hạt khoáng), cát và các nhóm động vật (Bảng 3.11). Phần lớn thức ăn trong ruột của cá Tỳ bà chủ yếu là bùn bã hữu cơ. Cho thấy, cá Tỳ bà là loài ăn mùn bã hữu cơ điển hình như các mảnh vụn thực vật. Các hạt khoáng

bao gồm các thành phần từ trầm tích ở tầng đáy như đất sét, bùn. Thực vật bao gồm các mảnh vụn không xác định, chủ yếu là xác thực vật.



Hình 3.23: Tỷ lệ phân trăm độ phong phú (a) và sinh khối (b) của các nhóm động vật thu được trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà ở các thủy vực khác nhau.

Bùn bã hữu cơ và cát chiếm ưu thế trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà. Các mảnh hữu cơ là xác của thực vật thủy sinh và bán thủy sinh có kích thước lớn 5 mm. Các hạt cát có hàm lượng tương đối lớn (khoảng 1 - 3% tổng khối lượng

thức ăn) cũng được tìm thấy trong ống tiêu hóa. Đặc biệt, trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà có sự xuất hiện của các nhóm động vật. Tuy nhiên, hàm lượng này tương đối thấp. Các nhóm động vật đáy, động vật phù du, lưỡng cư và động vật trên cạn đã được tìm thấy trong phổ thức ăn (Hình 3.23).

Trong đó, một mẫu cá Tỳ bà thu được ở sông Dinh, Khánh Hòa có phổ thức ăn khác với các mẫu cá khác được phân tích. Thành phần thức ăn của cá thu được từ sông Dinh chứa phần lớn là sinh vật lưỡng cư (Amphibiotic), chiếm tỷ lệ lớn cả về số lượng và sinh khối. Ví dụ, một mẫu cá ở sông Dinh có tới 620 ấu trùng lưỡng cư - ấu trùng muỗi vằn (ở các mẫu khác, ấu trùng này chỉ từ 0 – 26 ấu trùng) và 212 ấu trùng thuộc họ ruồi chân dài Dolichopodidae (ở các mẫu khác, ấu trùng này chỉ từ 0 – 5 ấu trùng). Bên cạnh đó, ve trên cạn (Terrestrial mites), kiến và các loài côn trùng khác cũng được tìm thấy trong các mẫu ở sông Dinh (Bảng 3.11). Tổng sinh khối thành phần thức ăn là động vật chỉ chiếm trung bình khoảng 0,1% khối lượng thức ăn có trong ống tiêu hóa. Trong một vài mẫu thì tỷ lệ này có thể lên tới từ 0,3 đến 1%.

Một số nhóm động vật có tần suất xuất hiện cao trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà như giun tròn (Nematoda; P = 50%), bọ chét nước (Cladocera - *Bosminopsis* sp.; P = 50%), giáp xác chân chèo (Cyclopoidae, P = 50%), nhóm tôm hạt (Ostracoda *Cypria* cf. *furfuracea*; P = 75%) và họ muỗi (Chironomidae; P = 75%). Giáp xác chân chèo Copepoda và nhóm tôm hạt Ostracoda *Cypria* cf. *furfuracea* xuất hiện với số lượng lớn trong phổ thức ăn trung bình lần lượt là 139 và 75 cá thể/mẫu (Bảng 3.11). Mặc dù, kích thước trung bình của động vật không xương sống trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà nhỏ, không vượt quá 3 – 5 mm.

Kết quả nghiên cứu phổ thức ăn cho thấy, hầu hết thành phần thức ăn có trong ống tiêu hóa của cá Tỳ bà là các đại diện điển hình của sinh vật thủy sinh ở các thủy vực Việt Nam [116]. Tần suất xuất hiện của các sinh vật sống trong nước (hydrobionts) được phát hiện trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà liên quan tới tính sẵn có, mức độ phổ biến và sự phong phú (độ giàu loài) của các nhóm loài.

Việc phát hiện các nhóm sinh thái khác nhau có nguồn gốc từ động vật trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà cho thấy các nhóm này chủ yếu là nhóm động vật đáy và động vật phù du. Bên cạnh đó, các nhóm ấu trùng động vật lưỡng cư, chân khớp và ấu trùng động vật trên cạn cũng được tìm thấy trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà.

Các mẫu cá Tỳ bà được thu vào mùa mưa, nơi các thủy vực và các vùng đất ngập nước. Sự hiện diện của một số lượng đáng kể động vật lưỡng cư và động vật trên cạn trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà được giải thích là do một số cá Tỳ bà kiếm ăn ở các vùng đất ngập nước ven bờ các thủy vực vào mùa mưa. Do đó các động vật lưỡng cư và động vật trên cạn được tiêu thụ cùng với trầm tích và các mảnh vụn hữu cơ. Ví dụ như, cá thể cá Tỳ bà thu được ở sông Dinh có gần 95% thức ăn động vật là nhóm động vật lưỡng cư, chân khớp (ấu trùng của muỗi và các loài lưỡng cư khác) (Bảng 3.11).

Ấu trùng của nhóm côn trùng lưỡng cư và kiến cũng xuất hiện trong một số mẫu. Có thể cá Tỳ bà ở đây đã chọn các vùng kiếm ăn “feeding spots” nơi có các loài động vật đi kiếm ăn tập trung với mật độ cao. Tuy nhiên, tổng khối lượng của nhóm thức ăn này chỉ chiếm khoảng 1% thành phần thức ăn là động vật. Từ đó cho thấy, nhóm cá này có thể có tập tính chọn các vùng kiếm ăn nơi các loài động vật săn mồi tập trung với mật độ cao hơn.

Một mẫu cá Tỳ bà khác thu được ở kênh dẫn nước thuộc sông Serepok (gần nhà máy thủy điện Serepok 4) cũng cho thấy: Thành phần thức ăn chủ yếu của mẫu cá này là các loài động vật có kích thước nhỏ bao gồm giáp xác phù du (Crustacea), giáp xác chân chèo (nhóm Cyclopoida), nhóm chân đốt (giống *Diaptomus*) và giáp xác nhỏ Cladocera (các loài thuộc giống *Bosminopsis* và họ Sididae) (Bảng 3.11). Sự phong phú của loài thuộc nhóm Sididae gen. spp. có trong ống tiêu hóa của mẫu cá này lên tới 668 cá thể, nhóm loài Cyclopoidae gen. spp. lên tới 20.177 cá thể và nhóm loài Diaptomidae gen. spp. có 315 cá thể. Bên cạnh đó, giáp xác sống đáy (Harpacticoida, Ostracoda) và giun tròn (Nematoda) cũng được tìm thấy trong thành phần thức ăn. Tổng khối lượng của nhóm động vật này chiếm khoảng 0,6% thành phần thức ăn. Thành phần thức

ăn còn lại của nó bao gồm các hạt trầm tích (đất sét đỏ) và chủ yếu là mùn bã hữu cơ mềm và mịn. Điều này có thể giải thích rằng, các loài sinh vật phù du đi vào các công trình thủy lợi có thể bị tổn thương hoặc bị chết [117] do có dòng điện suy yếu được phóng ra từ nhà máy điện ở các vùng cửa xả. Do đó, một lượng lớn động vật phù du đã bị chết và chìm xuống đáy các thủy vực quanh đập thủy điện. Dẫn tới, các bãi trầm tích này giàu thành phần động vật và là nơi cá Tỳ bà thường tìm tới để kiếm ăn.

Nghiên cứu về phổ thức ăn của cá Tỳ bà có nguồn gốc từ Nam Mỹ khi sống trong môi trường mới ở các thủy vực miền Nam Việt Nam đã cho thấy chúng là loài ăn các mảnh vụn thực vật (mùn bã hữu cơ) điển hình. Kết quả này tương tự với nghiên cứu của cá này ở vùng bản địa vùng Trung và Nam Mỹ khi chúng thường được gọi là cá ăn bảm “Janitor” [118].

Phân tích định tính và định lượng thành phần thức ăn của cá Tỳ bà cho thấy, thành phần thức ăn chủ yếu là mùn bã hữu cơ (xác thực vật và các trầm tích lắng đáy) và bao gồm cả các nhóm động vật khác. Một số cá Tỳ bà có tập tính thích kiếm ăn ở các nền đáy nơi thành phần thức ăn có chứa mật độ cao các loài động vật cho thấy chúng có sở thích chọn nền đáy dồi dào thức ăn là động vật để kiếm ăn.

Tuy nhiên, dựa vào sinh khối thấp thức ăn là động vật có trong thành phần thức ăn và kích thước các thành phần thức ăn động vật rất nhỏ có thể cho thấy, động vật đáy và động vật phù du được cá Tỳ bà ăn ít có chọn lọc. Thức ăn là động vật chỉ được xem là thức ăn đi kèm của cá Tỳ bà. Tuy nhiên, khi quần thể cá Tỳ bà đạt được số lượng lớn, chúng sẽ cạnh tranh nguồn thức ăn với cá bản địa. Thực trạng này sẽ ảnh hưởng lớn tới lưới thức ăn mà nhóm động vật đáy đóng vai trò rất quan trọng ở các thủy vực.

Bảng 3.11. Thành phần phổ thức ăn trong ống tiêu hóa của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. ở các thủy vực khác nhau và trong tổng số mẫu

Thành phần	Sông Dinh (n = 9)			Hồ Suối Trầu (n = 7)			Kênh Am Chúa (n = 7)			Kênh Serepok (n = 7)			Hồ Ea Kao (n = 10)			Tổng các thủy vực (n = 40)		
	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i
Mảnh vụn, hạt khoáng, thực vật và thành phần không xác định khác (Thực vật và bùn bã hữu cơ)	100	–	5674	100	–	1355	100	–	4987	100	–	12896	100	–	3473	100	–	5511
Cát	22	–	31	–	–	–	14	–	7	–	–	–	–	–	–	8	–	8
Nematoda – Giun tròn (cá thể)	78	6	<1	14	<1	<1	86	3	<1	43	22	<1	30	1	<1	50	6	<1
Acari – ve bét (ở nước; cá thể)	11	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	<1	<1
Acari – ve bét (trên cạn; cá thể)	56	9	<1	14	<1	<1	–	–	–	14	<1	<1	–	–	–	18	2	<1
Cladocera – Giáp xác (<i>Bosminopsis</i> sp.)	11	<1	<1	57	3	<1	29	1	<1	–	–	–	90	17	<1	40	5	<1
Cladocera – Giáp xác (<i>Chidoridae</i> gen. spp.)	–	–	–	43	1	<1	–	–	–	43	13	<1	10	<1	<1	18	3	<1
Cladocera – Giáp xác (<i>Macrothricidae</i> gen. spp.)	11	1	<1	–	–	–	43	<1	<1	14	<1	<1	–	–	–	13	<1	<1
Cladocera – Giáp xác (<i>Ilyocryptus</i> spp.)	11	1	<1	29	1	<1	57	2	<1	–	–	–	30	1	<1	25	1	<1
Cladocera – Giáp xác (<i>Sididae</i> gen. spp.)	–	–	–	–	–	–	43	1	<1	14	95	1	60	1	<1	25	17	<1
Cladocera – Giáp xác (cá thể)	33	1	<1	–	–	–	–	–	–	14	1	<1	40	2	<1	20	1	<1

Thành phần	Sông Dinh (n = 9)			Hồ Suối Trầu (n = 7)			Kênh Am Chúa (n = 7)			Kênh Serepok (n = 7)			Hồ Ea Kao (n = 10)			Tổng các thủy vực (n = 40)		
	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i
Copepoda – Giáp xác chân chèo (Cyclopoidae gen. spp.)	100	4	<1	43	2	<1	100	47	1	100	2897	17	60	2	<1	80	517	3
Copepoda – Giáp xác chân chèo (nauplii)	–	–	–	–	–	–	14	<1	<1	14	1	<1	–	–	–	5	<1	<1
Copepoda – Giáp xác chân chèo (Diatomidae gen. spp.)	11	<1	<1	–	–	–	–	–	–	14	45	4	–	–	–	5	8	1
Copepoda – Giáp xác chân chèo (Harpacticoida; ind.)	11	<1	<1	–	–	–	–	–	–	29	<1	<1	20	<1	–	13	<1	<1
Ostracoda – Tôm hạt (<i>Cypria</i> cf. <i>furfuracea</i>)	44	2	<1	86	56	1	100	215	1	57	14	<1	90	356	4	75	139	1
Ostracoda – Tôm hạt (cá thể)	22	3	1	43	<1	<1	71	6	<1	29	1	<1	50	2	<1	43	3	<1
Trichoptera – Bộ cánh lông (cá thể)	11	1	<1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	<1	<1
Ephemeroptera – Bộ cánh phù du (cá thể)	22	<1	<1	–	–	–	–	–	–	14	1	<1	–	–	–	8	<1	<1
Hemiptera – Bộ cánh nửa (Pleidae gen. sp.)	22	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	<1	<1
Hemiptera – Bộ cánh nửa (<i>Micronecta</i> spp.)	11	<1	<1	14	<1	<1	57	1	<1	29	1	<1	60	3	<1	35	1	<1
Coleoptera – Bộ bọ cánh cứng (ấu trùng; ind.)	22	1	<1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	<1	<1
Culicidae gen. spp. – Họ muỗi	11	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	<1	<1
Ceratopogonidae gen. spp – Họ ruồi	44	73	5	–	–	–	29	<1	<1	43	2	<1	–	–	–	23	17	1

Thành phần	Sông Dinh (n = 9)			Hồ Suối Trầu (n = 7)			Kênh Am Chúa (n = 7)			Kênh Serepok (n = 7)			Hồ Ea Kao (n = 10)			Tổng các thủy vực (n = 40)		
	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i	P	N	w _i
Chironomidae gen. spp. – Họ ruồi	67	13	2	71	6	<1	86	1	<1	57	18	<1	90	13	2	75	10	1
Chironomidae (pupae; ind.) – Họ ruồi	11	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	<1	<1	5	<1	<1
Diptera (Dolichopodidae gen. spp.?) – Bộ ruồi	11	11	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	2	1
Diptera (larvae; ind.) – Bộ ruồi	33	20	4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8	5	1
Insecta (Formicidae) – Bộ côn trùng	22	4	<1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	1	<1
Insecta (trên cạn; ind.) - Bộ côn trùng	11	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3	<1	<1
Mollusca (<i>Hippeutus</i> sp.?) – Động vật thân mềm	–	–	–	–	–	–	14	<1	<1	–	–	–	–	–	–	3	<1	<1
Mollusca (Pisidiidae gen. spp.) - Động vật thân mềm	11	<1	<1	–	–	–	14	<1	<1	–	–	–	–	–	–	5	<1	<1
Thành phần là động vật	100	151	17	100	747	11	100	278	2	100	3111	23	90	398	6	98	739	10
Benthic - Động vật đáy	89	33	29	100	65	1	100	229	1	71	71	1	90	376	6	90	165	3
Planktonic - Động vật nổi	100	5	<1	57	5	<1	100	49	1	100	3039	22	90	22	<1	90	548	4
Amphibiotic - Lưỡng cư	33	100	13	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	8	22	3
Terrestrial - Động vật trên cạn	56	13	1	14	<1	<1	–	–	–	14	<1	<1	–	–	–	18	3	<1

Ghi chú: P – tần suất (%); N – giá trị trung bình độ phong phú của các nhóm loài (cá thể); W_i – khối lượng trung bình thành phần thức ăn trong ống tiêu hóa (mg); n – số mẫu cá Tỳ bà; “–” không xuất hiện trong mẫu; < 1 – độ phong phú và trọng lượng thu được nhỏ hơn 1 cá thể và 1 mg của thành phần thức ăn.

CHƯƠNG 4.
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

1. Cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys* (họ Loricariidae) đã xuất hiện ở hầu hết các lưu vực sông ở miền Nam, Việt Nam như hạ lưu sông Mê Kông, Đồng Nai, Serepok, Đà Rằng đến những hệ thống sông nhỏ khác. Cá xuất hiện ở nhiều dạng thủy vực như sông, suối, hồ chứa, ao, kênh rạch, đồng ruộng và trên nhiều vùng địa lý khác nhau từ vùng đồng bằng đến miền núi với tỷ lệ lên tới 66,67%. Cá Tỳ bà có phân bố ở vùng nước lợ khu vực cửa sông Đà Rằng.

2. Cá Tỳ bà ở các thủy vực miền Nam Việt Nam có từ 10 đến 13 tia vây mềm và thuộc giống *Pterygoplichthys*. Kiểu hình vân trên mặt bụng của cá Tỳ bà đa dạng, không chỉ biểu hiện của loài *P. pardalis* và *P. disjunctivus*, mà còn có kiểu hình trung gian giữa 2 loài kể trên. Phân tích hình thái học và di truyền phân tử cho kết quả tin cậy về thành phần loài cá Tỳ bà, gồm hai loài *P. pardalis* và *P. disjunctivus*, mỗi loài đại diện bởi các nhánh phát sinh loài khác nhau.

3. Tỷ lệ giới tính của cá Tỳ bà *P. disjunctivus* là 1:1. Cá Tỳ bà có thể sinh sản quanh năm, mùa vụ sinh sản kéo dài từ tháng 4 đến tháng 10 và rộ nhất vào tháng 7, 8. Cá thành thực sinh dục ở kích thước tương đối nhỏ (khoảng 18 cm ở hồ Suối Trầu và 23,4 cm ở sông Dinh). Chúng có sức sinh sản tương đối lớn và tương quan thuận với khối lượng cơ thể. Có sự khác biệt về sức sinh tuyệt đối ở sông Dinh và hồ Suối Trầu lần lượt là 4.812 ± 383 trứng/cá thể và 841 ± 91 trứng/cá thể ($p < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt về sức sinh sản tương đối ở hai thủy vực, đạt khoảng 13 trứng/g và cá có thể đẻ một đợt hoặc nhiều đợt trong năm. Đường kính trứng ở cá thu được ở sông Dinh cao hơn đáng kể so với hồ Suối Trầu lần lượt là $2,94 \pm 0,03$ mm và $2,58 \pm 0,01$ mm ($p < 0,05$). Cá có xu hướng tăng trưởng về chiều dài nhanh hơn khối lượng với tham số tăng trưởng b từ 2,66 đến 2,82.

4. Cá Tỳ bà là loài ăn mùn bã hữu cơ (các mảnh vụn thực vật) điển hình với chiều dài ống tiêu hóa trung bình 277 cm và chiều dài ống tiêu hóa lớn hơn 12 đến 17 lần so với chiều dài tổng. Thành phần thức ăn là động vật cũng được tìm thấy trong phổ thức ăn của cá Tỳ bà với các nhóm có tần suất xuất hiện cao như giun tròn (Nematoda), bọ chét nước (Cladocera), giáp xác chân chèo

(Cyclopoidae), nhóm tôm hạt (Ostracoda) và họ muỗi (Chironomidae). Mặc dù, sinh khối thức ăn động vật thấp, chỉ chiếm khoảng 0,1% khối lượng thức ăn, nhưng cá Tỳ bà sẽ cạnh tranh thức ăn với các loài cá bản địa và ảnh hưởng tới lưới thức ăn ở các thủy vực.

4.2. Kiến nghị

1. Tiếp tục nghiên cứu các cơ chế thích nghi với độ mặn của cá Tỳ bà trong điều kiện thí nghiệm và thực địa.

2. Chứng minh hiện tượng con lai cần tiến hành các nghiên cứu sâu hơn về di truyền và các nghiên cứu thực nghiệm lai tạo trong sinh sản nhân tạo.

3. Tiếp tục nghiên cứu về tỷ lệ sinh khối đánh bắt cá Tỳ bà và biến đổi thành phần loài cá bản địa ở các thủy vực. Từ đó, cung cấp những minh chứng quan trọng về tác hại của cá Tỳ bà.

4. Các cơ quản lý về sinh vật ngoại lai nên chú trọng hơn nữa công tác quản lý và đưa ra các biện pháp ngăn chặn sự xâm hại của cá Tỳ bà.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CỦA TÁC GIẢ

1. **Tran Duc Dien**, Stolbunov I. A., Gusakov V. A., Dang Thuy Binh, Truong Thi Oanh, Truong Ba Hai, **2019**. *Alien suckermouth-armored catfish (Loricariidae: Pterygoplichthys) in the southern part of Vietnam – Warning of a silent and dangerous invasion*. The International Conference on Biotechnology and Environment (ICBE 2019, July), Nha Trang, Vietnam. p 20 (**Abstract**)
2. Stolbunov I.A., **Tran Duc Dien**, Armbruster J.W., **2020**. *Suckermouth-armored catfish (Siluriformes: Loricariidae) of Central and Southern Vietnam*. Inland Water Biology. V. 13. № 4. P. 626–639. DOI: 10.1134/S1995082920040100 (**SCIE, Q3**)
3. **Tran Duc Dien**, **2020**. *The state of gonads of armored catfish (Loricariidae) in Khanh Hoa province, Vietnam*. The International Conference. (Russia). ISBN 978-5-6045263-1-6. 24-28 December. pp.17 (**Abstract**)
4. Stolbunov I.A., **Tran Duc Dien**, Karabanov. D.P., **2021**. *Taxonomic Composition and Distribution of Non-indigenous Suckermouth Amored Catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in South Vietnam*. Inland Water Biology. Vol. 14, No. 3, pp. 263–273. DOI: 10.1134/S1995082921030123(**SCIE, Q3**)
5. Stolbunov I.A., Gusakov V. A., **Tran Duc Dien** and Nguyen Thi Hai Thanh, **2021**. *Food Spectrum and Trophic and Length–Weight Characteristics of Nonindigenous Suckermouth Armored Catfishes Pterygoplichthys spp. (Loricariidae) in Vietnam*. Inland Water Biology, Vol. 14, No. 5, pp. 597–605. DOI: 10.1134/S1995082921050163 (**SCIE, Q3**)
6. **Tran Duc Dien**, Vo Thi Ha, Mai Dang, Huynh Minh Sang, Nguyen Trinh Duc Hieu, Stolbunov I.A, **2021**. *Spawning season, fecundity and size at first maturity of alien Suckermouth-amored Catfishes (Pterygoplichthys spp., Loricariidae) in Khanh Hoa province, Southern Vietnam*. The International Conference (Russia). Invasion of Alien Species in Holarktic. Borok – VI. ISBN 978-5-00118-788-2. 11-15 September. Pp.227 (**Abstract**)
7. Stolbunov I. A., Gusakov V.A., Karabanov D. P., Izvekov E. I., **Tran Duc Dien**, Nguyen Thi Hai Thanh, **2021**. *Invasions of alien Suckermouth-armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) into inland waters of Vietnam*. The International Conference (Russia). Invasion of Alien Species in Holarktic. Borok – VI. ISBN 978-5-00118-788-2. 11-15 September. Pp.216 (**Abstract**)
8. **Tran Duc Dien**, Pavlov E.D., Ganzha E.V., Bush A.G., **2022**. *Gonad State and Sex Steroid Hormones Concentrations in Invasive Catfish (Loricariidae) from Vietnam*. Journal of Ichthyology, 2022, Vol. 62, No. 1, pp. 145–152. DOI: 10.1134/S0032945222010027 (**Scopus**)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Eschmeyer, Catalog of Fishes, *California Academy of Sciences, San Francisco, USA*. URL: <http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>. (Online version. Updated 4 May, **2020**).
- [2] J.W. Armbruster and L.M. Page, Redescription of *Pterygoplichthys puntatus* and description of a new species of *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae), *Neotropical Ichthyology*, **2006**, 4(4):401–410, <https://doi.org/10.1590/S1679-62252006000400003>
- [3] C. Weber, Révision du genre *Pterygoplichthys* sensu lato (Pisces, Siluriformes, Loricariidae), *Rev. fr. Aquariol.*, **1992**, vol. 19, no. 1, pp. 1–36.
- [4] D. Golani and G. Snovsky, Occurrence of suckermouth armored catfish (Siluriformes, Loricariidae, *Pterygoplichthys*) in inland waters of Israel, *BioInvasions Rec.*, **2013**, vol. 2, no. 3, pp. 253–256.
- [5] S.H. Liang, H.P. Wu, B.S. Shieh, Size structure, reproductive phenology, and sex ratio of an exotic armored catfish (*Liposarcus multiradiatus*) in the Kaoping River of Southern Taiwan, *Zool. Stud.*, **2005**, vol. 44, no. 2, pp. 252–259.
- [6] L.W. Wu, C.C. Liu, S.M. Lin, Identification of exotic sailfin catfish species (*Pterygoplichthys*, Loricariidae) in Taiwan based on morphology and mtDNA sequences, *Zool. Stud.*, **2011**, 50 (2), pp. 235–246.
- [7] A.B. Orfinger and D.D. Gooding, The global invasion of the suckermouth armored catfish genus *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae): Annotated list of species, distributional summary, and assessment of impacts, *Zool. Stud.*, **2018**, vol. 57: e7, doi: 10.6620/ZS.2018.57-07.
- [8] R.L. Welcomme and C. Vidthayanom, The impacts of introductions and stocking of exotic species in the Mekong Basin and policies for their control, *MRC Technical Paper, Phnom Penh: Mekong River Commission*, **2003**, No. 9.
- [9] D. Serov, Harnischwelse in Südostasien, *DATZ*, **2004**, vol. 2, pp. 18–19.
- [10] B.A. Levin, P.H. Phuong, D. S. Pavlov, Discovery of the Amazon sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) (Teleostei: Loricariidae) in Vietnam, *J. Appl. Ichthyol.*, **2008**, vol. 24, no. 6, pp. 715–717, doi: 10.1111/j.1439-0426.2008.01185.x.
- [11] D.D. Zworykin and S.V. Budaev, Non-indigenous armoured catfish in Vietnam: Invasion and systematics, *Ichthyol. Res.*, **2013**, vol. 60, no. 4, pp. 327–333, doi: 10.1007/s10228-013-0356-9.
- [12] Võ Thanh Điền và Trần Đắc Định, Nghiên cứu phổ thức ăn của cá lau kính *Pterygoplichthys disjunctivus*, *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, **2014**, pp. 226–232.
- [13] Nguyễn Thị Vàng và Trần Đắc Định, Thành phần loài và biến động quần đàn của cá lau kính (*Pterygoplichthys* spp.) ở thành phố Cần Thơ, *Tạp chí*

- khoa học đại học Cần thơ*, **2014**, pp. 233–238.
- [14] Q.T. Lai, A.B. Orfinger, T.T. Tran, N.K. Le, Distribution of suckermouth armoured catfishes (Siluriformes, Loricariidae) across the salinity gradient of the Mekong Delta, Vietnam, *Asian Fisheries Society*, **2020**, vol. 33, pp. 300–306.
- [15] P.W. Stevens, D.A. Blewett, J.P. Casey, Short-term Effects of a Low Dissolved Oxygen Event on Estuarine Fish Assemblages Following the Passage of Hurricane Charley, *Estuaries and coasts*, **2006**, vol. 29, no. 6, pp. 997–1003.
- [16] K. A. Capps, LG Nico, CM Mendoza et al., Salinity tolerance of non-native suckermouth armoured catfish (Loricariidae: *Pterygoplichthys*) in south-eastern Mexico: Implications for invasion and dispersal, *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.*, **2011**, vol. 21, no. 6, doi: 10.1002/aqc.1210.
- [17] Trần Đắc Định, S. Koichi, Nguyễn Thanh Phương, Hà Phước Hùng, Trần Xuân Lợi, Mai Văn Hiếu, U Kenzo, Mô tả định loại cá đồng bằng sông Cửu Long, Việt Nam, **2013**, *Nhà xuất bản Đại học Cần Thơ*, pp. 174.
- [18] R.H. Lowe-McConnell, Ecological studies in tropical fish communities, *Cambridge Tropical Biology Series*, **1987**, pp 382.
- [19] J.W. Armbruster, Phylogenetic Relationships of the Suckermouth Armored Catfishes of the *Rhinelepis* Group (Loricariidae: Hypostominae), *Copeia*, **1998**, vol. 3, pp. 620–636.
- [20] N.K. Lujan and J.W. Armbruster, Morphological and functional diversity of the mandible in suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae), *J. Morphol.*, **2012**, vol. 273, no. 1, pp. 24–39, doi: 10.1002/jmor.11003.
- [21] N.K. Lujan, Jaw morpho-functional diversity, trophic ecology, and historical biogeography of the neotropical suckermouth armored catfishes (Siluriformes, Loricariidae), **2009**, *Auburn University*.
- [22] S.A. Schaefer, Homology and evolution of the opercular series in the loricarioid catfishes (Pisces: Siluroidei), *J. Zool.*, **1988**, vol. 214, no. 1, pp. 81–93.
- [23] R.L. Delariva and A.A. Agostinho “Relationship between morphology and diets of six neotropical loricariids, *J. Fish Biol.*, **2001**, vol. 58, no. 3, pp. 832–847.
- [24] J.J. Hoover, K.J. Killgore, A.F. Cofrancesco, Suckermouth catfishes: threats to aquatic ecosystems of the United States?, *Aquat. Nuis. Species Res. Bull.*, **2004**, vol. 4, pp. 1–9.
- [25] A. Samat, F.M Yusoff, A. Arshad, et al., Reproductive biology of the introduced sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) in peninsular Malaysia, *Indian J. Fish.*, **2016**, vol. 63, no. 1, pp. 35–41, doi: 10.21077/ijf.2016.63.1.44937-05.
- [26] R. Chaichana, S. Pouangcharean, R. Yoonphand, Habitat, abundance and diet of invasive suckermouth armored catfish (Loricariidae

- Pterygoplichthys*) in the Nong Yai Canal, East Thailand, *Trop. Zool.*, **2011**, vol. 24, no. 1, p. 49.
- [27] N.K. Lujan, J.W. Armbruster, B. Rengifo, A New Basal Ancistrini Genus and Species from the Andes of Northern Peru (Siluriformes: Loricariidae), *Copeia*, **2011**, no. 4, pp. 497–502, doi: 10.1643/CI-10-201.
- [28] O.S. Arana, A.G. Sanginés, R. M. Alfaro, C. R. Martínez, C. E. Gallardo, P. Koleff, A Socioeconomic Analysis of the Effects from the Loricariidae Family in Mexico: the Case of the ‘Adolfo López Mateos’ or ‘Infiernillo’ reservoir, *Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species, Commission for Environmental Cooperation*, **2009**, pp. 60–71.
- [29] K.L. Pound, W.H. Nowlin, D.G. Huffman, T.H. Bonner, Trophic ecology of a nonnative population of suckermouth catfish (*Hypostomus plecostomus*) in a central Texas spring-fed stream, *Environ. Biol. Fishes*, **2011**, vol. 90, no. 3, pp. 277–285, doi: 10.1007/s10641-010-9741-7.
- [30] D. Elfidasari, F. Wijayanti, A. Sholihah, Trophic level and position of *Pterygoplichthys pardalis* in Ciliwung River (Jakarta, Indonesia) ecosystem based on the gut content analysis, *Biodiversitas*, **2020**, vol. 21, no. 6, pp. 2862–2870.
- [31] R.E.M. Alfaro, B. Cudmore, R. Orr, et al., Trinational risk assessment guidelines for aquatic alien invasive species: test cases for the snakeheads (Channidae) and armored catfish (Loricariidae) in North American inland waters, Commission for Environmental Cooperation, **2009**, p. 100.
- [32] L. Bunkley-Williams, E.H Williams, JR., et al., The South American sailfin armored catfish, *Liposarcus multiradiatus* (Hancock), a new exotic established in Puerto Rican fresh waters,” *Caribb. J. Sci.*, **1994**, vol. 30, no. 1, pp. 90–94.
- [33] R. Chaichana, S. Pouangcharean, R. Yoonphand, Foraging effects of the invasive alien fish *Pterygoplichthys* on eggs and first-feeding fry of the native *Clarias macrocephalus* in Thailand, *Agric. Nat. Resour.*, **2013**, vol. 47, no. 4, pp. 581–588.
- [34] V.R. Suresh, A. Ekka, D.K. Biswas, S.K. Sahu, A. Yousuf, S. Das, Vermiculated sailfin catfish, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Actinopterygii: Siluriformes: Loricariidae): invasion, biology, and initial impacts in east Kolkata Wetlands, India, *Ichthyologica et Piscatoria*, **2019**, vol. 49, no. 3, pp. 221–233, doi: 10.3750/AIEP/02551.
- [35] J.C. Godwin, D.A. Steen, D. Werneke, J.W. Armbruster, Two significant records of exotic tropical freshwater fishes in southern Alabama, *Southeast. Nat.*, **2016**, vol. 15, no. 4. pp. 57-60.
- [36] I.A. Stolbunov and T.D. Dien, Mass Alien Fish Species in the Fish Fauna of Inland Waters in Central Vietnam, *Inland Water Biology*, 2019, vol. 12, no. 4, pp. 477–480.
- [37] J.W. Armbruster, Modifications of the digestive tract for holding air in loricariid and scoloplacid catfishes, *Copeia*, **1998**, vol. 1998, no. 3, pp.

- 663–675, doi: 10.2307/1447796.
- [38] M.A. Gibbs, B.N. Kurth, C.D. Bridges, Age and growth of the loricariid catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* in Volusia Blue Spring, Florida, *Aquat. Invasions*, **2013**, 8(2): 207–218, doi: 10.3391/ai.2013.8.2.08.
- [39] M. Gibbs, P. Watson, K. Johnson-Sapp, C. Lind, Reproduction revisited – a decade of changes in the reproductive strategies of an invasive catfish, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991), in Volusia Blue Spring, Florida, *Aquat. Invasions*, **2017**, vol. 12, no. 2, pp. 225–239, doi: 10.3391/ai.2017.12.2.10.
- [40] R.A. Rueda-Jasso, A. Campos-Mendoza, F. Arreguín-Sánchez, E. Díaz-Pardo, C. A. Martínez-Palacios, The biological and reproductive parameters of the invasive armored catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* from Adolfo López Mateos El Infiernillo Reservoir, Michoacán-Guerrero, Mexico, *Rev. Mex. Biodivers.*, **2013**, vol. 84, no. 1, pp. 318–326, doi: 10.7550/rmb.26091.
- [41] A. Samat, M.N. Shukor, A.G. Mazlan, A. Arshad, M. Y. Fatimah, Length-weight relationship and condition factor of *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) in Malaysia Peninsula, *Res. J. Fish. Hydrobiol.*, **2008**, vol. 3, no. 2, pp. 48–53.
- [42] J.C. Jumawan, A.A. Herrera, J.H. Jumawan, B. Vallejo, Size Structure and Reproductive Phenology of The Suckermouth Sailfin Catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991) from Marikina River Philippines, *J. Agric. Biol. Sci.*, **2016**, vol. 11, no. 1, pp. 18–23.
- [43] H. Wei, Y. Hu, S. Li, et al., A review of freshwater fish introductions to the Guangdong province, China, *Aquatic Ecosystem Health and Management*, **2019**, vol. 22, no. 4, pp. 396–407, doi: 10.1080/14634988.2019.1685850.
- [44] R. M. Alfaro, C.E. Gallardo, S. C. Balderas, et al., Invasion of Armored Catfish in Infiernillo reservoir, Michoacán-Guerrero, Mexico, Socio-economic Impact Analysis: A tale of two Invaders,” in *Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species Test*, **2009**, pp. 51–59.
- [45] M.A. Gibbs, J.H. Shields, D.W. Lock, K.M. Talmadge, T. M. Farrell, Reproduction in an invasive exotic catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* in Volusia Blue Spring, Florida, U.S.A., *J. Fish Biol.*, **2008**, vol. 73, no. 7, pp. 1562–1572, doi: 10.1111/j.1095-8649.2008.02031.x.
- [46] M. Gibbs, P. Watson, K. Johnson-sapp, C. Lind, Reproduction revisited – a decade of changes in the reproductive strategies of an invasive catfish, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber , 1991), *Aquatic Invasions*, **2017**, vol. 12, no. 2, pp. 225–239.
- [47] H. Wei, R Chaichana, F Liu, et al., Nutrient enrichment alters life-history traits of non-native fish *Pterygoplichthys* spp. in sub-tropical rivers, *Aquat. Invasions*, **2018**, vol. 13, no. 3, pp. 421–432, doi: 10.3391/ai.2018.13.3.09.

- [48] J.E. Hill and J. Sowards, Successful eradication of the non-native loricariid catfish *Pterygoplichthys disjunctivus* from the Rainbow River, Florida, *Manag. Biol. Invasions*, **2015**, vol. 6, no. 3, pp. 311-317, doi: <http://dx.doi.org/10.3391/mbi.2015.6.3.11>.
- [49] H. Wei, G. H. Copp, L. Vilizzi, et al., The distribution, establishment and life-history traits of non-native sailfin catfishes *Pterygoplichthys* spp. In the Guangdong province of China, *Aquat. Invasions*, **2017**, 12 (2): 241-249. doi: 10.3391/ai.2017.12.2.11.
- [50] N.J. Smith, Man, fishes, and the Amazon, *Columbia University Press*, **1981**. p 180.
- [51] M.Y. Hossain, R.L. Vadas, R.Ruiz-Carus, S.M. Galib, Amazon sailfin catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Loricariidae) in bangladesh: A critical review of its invasive threat to native and endemic aquatic species, *Fishes*, **2018**, vol. 3, no. 1. doi: 10.3390/fishes3010014.
- [52] C. Hubbs, T. Lucier, G. Garrett, Survival and abundance of introduced fishes near San Antonio, Texas, *Texas J. Sci.*, **1978**, vol. 30, no. 4, pp. 369–376.
- [53] H. López-Fernández and K. O. Winemiller, Status of *Dionda Diaboli* and Report of Established Populations of Exotic Fish Species in Lower San Felipe Creek, Val Verde County, Texas, *Southwest. Nat.*, **2005**, vol. 50, no. 2, pp. 246–251, doi: 10.1894/0038-4909(2005)050[0246:soddar]2.0.co;2.
- [54] L.M. Page and R.H. Robins, Identification of sailfin catfishes (Teleostei: Loricariidae) in Southeastern Asia, *Raffles Bull. Zool.*, **2006**, vol. 54, no. 2, pp. 455–457.
- [55] A. S. Flecker, Fish Trophic Guilds and the Structure of a Tropical Stream: Weak Direct vs . Strong Indirect Effects, *Ecology*, **1992**, vol. 73, no. 3, pp. 927–940, doi: 10.2307/1940169.
- [56] L.G. Nico, W.F. Loftus, J. P. Reid, Interactions between non-native armored suckermouth catfish (Loricariidae: *Pterygoplichthys*) and native Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) in artesian springs, *Aquat. Invasions*, **2009**, vol. 4, no. 3, pp. 511–519, doi: 10.3391/ai.2009.4.3.13.
- [57] L.G. Nico, H.L. Jelks, T. Tuten, Non-native suckermouth armored catfishes in Florida: Description of nest burrows and burrow colonies with assessment of shoreline conditions, *Aquat. Nuis. Species Res. Bull.*, **2009**, vol. 9, no. 1, pp. 1–30.
- [58] M.A. Rodríguez-Santiago, L. García-Prieto, B. Mendoza-Garfias, D. González-Solís, M. I. Grano-Maldonado, Parasites of two coexisting invasive sailfin catfishes (Siluriformes: Loricariidae) in a tropical region of Mexico, *Neotrop. Ichthyol.*, **2016**, vol. 14, no. 3, doi: 10.1590/1982-0224-20160021.
- [59] P.J. Kailola, Risk assessment of ten species of ornamental fish under the Environmental Protection and Biodiversity, *Conservation Act 1999*,

- Australia, Camberra, 2004*, p. 31pp.
- [60] D. Pearson, Import risk analysis: Ornamental Fish, *Biosecurity New Zealand Ministry of Agriculture and Forestry Wellington New Zealand, 2005*, p. 270.
- [61] M. Dang, T.D. Dien, V.T. Ha, V.C. Hua, N.T.H. Thanh, B.F. Nowak, Epitheliocystis in armoured catfish (*Pterygoplichthys* spp.), anabas (*Anabas testudineus*) and tilapia (*Oreochromis niloticus*) in central Vietnam,” *J. Fish Dis.*, **2022**, 45 (5): 755-760.
- [62] G. Greene and D. Lee, Social and Economic Impacts of the Loricariid Catfish in Florida, *Trinational Risk Assessment Guidelines for Aquatic Alien Invasive Species, 2009*, pp. 38–49.
- [63] H.M.S. Chávez, E. Casao, E.P. Villanueva, M.P. Paras, M.C. Guinto, M.B. Mosqueda, Heavy Metal and Microbial Analyses of Janitor Fish (*Pterygoplichthys* spp.) in Laguna de Bay, Philippines, *Journal of Environmental Science and Management, 2008*, 9(2), pp. 31-40.
- [64] S.F. da Silva, D.C. Oliveira, J.P.G. Pereira, S.P. Castro, B.N.S. Costa, M. de O. Lima, Seasonal variation of mercury in commercial fishes of the Amazon Triple Frontier, Western Amazon Basin, *Ecol. Indic.*, **2019**, vol. 106, no. February, p. 105549, doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105549.
- [65] A.B. Orfinger, Q.T. Lai, R.M. Chabot, Effects of nonnative fishes on commercial seine fisheries: Evidence from a long-term data set, *Water (Switzerland)*, **2019**, vol. 11, no. 6, pp. 1–11, doi: 10.3390/w11061165.
- [66] H.E. Roy, W. Rabitsch, R. Scalera, *et al.*, Developing a framework of minimum standards for the risk assessment of alien species, *J. Appl. Ecol.*, 2018, vol. 55, no. 2, pp. 526–538, doi: 10.1111/1365-2664.13025.
- [67] V.A. Gusakov, I.A. Stolbunov, T.D. Dien, Modern Distribution of Armored Catfishes (Siluriformes : Loricariidae) in Central Vietnam, *Inland Water Biology, 2018*, vol. 11, no. 2, pp. 179–183, doi: 10.1134/S1995082918020050.
- [68] J.W. Armbruster and N.K. Lujan, A new species of peckoltia from the upper orinoco (Siluriformes, loricariidae), *Zookeys, 2016*, vol. 2016, no. 569, pp. 105–121, doi: 10.3897/zookeys.569.7458.
- [69] J.W. Armbruster, *Peckoltia sabaji*, a new species from the Guyana Shield (Siluriformes: Loricariidae), *Zootaxa, 2003*, vol. 344, no. October, pp. 1–12.
- [70] A.A. Makhrov, V.S. Artamonova, D. P. Karabanov, Finding of Topmouth Gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel) (Actinopterygii: Cyprinidae) in the Brahmaputra River Basin (Tibetan Plateau, China), *Russ. J. Biol. invasions, 2013*, vol. 4, no. 3, pp. 174–179.
- [71] D.A. Moreira, P.A. Buckup, C. Furtado, A.L. Val, R. Schama, T.E. Parente, Reducing the information gap on Loricarioidei (Siluriformes) mitochondrial genomics, *BMC Genomics, 2017*, vol. 18, no. 1, pp. 1–13.
- [72] G. S. C. Silva, F. F. Roxo, N. K. Lujan, V. A. Tagliacollo, C. H. Zawadzki, C. Oliveira, Transcontinental dispersal, ecological opportunity

- and origins of an adaptive radiation in the Neotropical catfish genus *Hypostomus* (Siluriformes: Loricariidae), *Mol. Ecol.*, **2016**, vol. 25, no. 7, pp. 1511–1529.
- [73] K.F.M. Okonechnikov, O. Golosova, “Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit. - PubMed - NCBI.” [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22368248>.
- [74] K. Katoh and D. M. Standley, A simple method to control over-alignment in the MAFFT multiple sequence alignment program, *Bioinformatics*, **2016**, vol. 32, no. 13, pp. 1933–1942.
- [75] S. Kalyaanamoorthy, B. Q. Minh, T. K. F. Wong, A. Von Haeseler, and L. S. Jermin, ModelFinder: fast model selection for accurate phylogenetic estimates, *Nat. Methods*, **2017**, vol. 14, no. 6, pp. 587–589.
- [76] J. Trifinopoulos, L.T. Nguyen, A. von Haeseler, B. Q. Minh, W-IQ-TREE: a fast online phylogenetic tool for maximum likelihood analysis,” *Nucleic Acids Res.*, **2016**, vol. 44, no. W1, pp. W232–W235.
- [77] D. Posada and T.R. Buckley, Model selection and model averaging in phylogenetics: advantages of Akaike information criterion and Bayesian approaches over likelihood ratio tests, *Syst. Biol.*, **2004**, vol. 53, no. 5, pp. 793–808.
- [78] L.T. Nguyen, H.A. Schmidt, A. Von Haeseler, B. Q. Minh, IQ-TREE: a fast and effective stochastic algorithm for estimating maximum-likelihood phylogenies, *Mol. Biol. Evol.*, **2015**, vol. 32, no. 1, pp. 268–274.
- [79] D.T. Hoang, O. Chernomor, A. Von Haeseler, B.Q. Minh, L. S. Vinh, UFBoot2: improving the ultrafast bootstrap approximation, *Mol. Biol. Evol.*, **2018**, vol. 35, no. 2, pp. 518–522.
- [80] R. Bouckaert, T.G. Vaughan, J. Barido-Sottani, et al., BEAST 2.5: An advanced software platform for Bayesian evolutionary analysis, *PLoS Comput. Biol.*, **2019**, vol. 15, no. 4, p. e1006650.
- [81] A.J. Drummond and R.R. Bouckaert, Bayesian Evolutionary Analysis with BEAST. *Cambridge University Press*, **2015**. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139095112>.
- [82] T. Fujisawa and T.G. Barraclough, Delimiting species using single-locus data and the Generalized Mixed Yule Coalescent approach: a revised method and evaluation on simulated data sets, *Syst. Biol.*, **2013**, vol. 62, no. 5, pp. 707–724.
- [83] V.A. Tagliacollo, M.J. Bernt, J.M. Craig, C. Oliveira, J. S. Albert, Model-based total evidence phylogeny of Neotropical electric knifefishes (*Teleostei*, Gymnotiformes), *Mol. Phylogenet. Evol.*, **2016**, vol. 95, pp. 20–33.
- [84] M. Nakatani, M. Miya, K. Mabuchi, K. Saitoh, M. Nishida, Evolutionary history of *Otophysi* (*Teleostei*), a major clade of the modern freshwater fishes: Pangaeian origin and Mesozoic radiation, *BMC Evol. Biol.*, **2011**, vol. 11, pp. 1–25.

- [85] S. Liu, J. Zhang, J. Yao, Z. Liu, The complete mitochondrial genome of the armored catfish, *Hypostomus plecostomus* (Siluriformes: Loricariidae), *Mitochondrial DNA Part A*, **2016**, vol. 27, no. 3, pp. 1908–1909.
- [86] N.K. Lujan, J.W. Armbruster, N.R. Lovejoy, H. López-Fernández, Multilocus molecular phylogeny of the suckermouth armored catfishes (Siluriformes: Loricariidae) with a focus on subfamily Hypostominae, *Mol. Phylogenet. Evol.*, **2015**, vol. 82, pp. 269–288, doi: 10.1016/j.ympev.2014.08.020.
- [87] J.W. Leigh, D. Bryant, POPART: full-feature software for haplotype network construction, *Methods Ecol. Evol.*, **2015**, vol. 6, no. 9, pp. 1110–1116.
- [88] M. Clement, D. Posada, K. A. Crandall, TCS: a computer program to estimate gene genealogies, *Mol. Ecol.*, **2000**, vol. 9, no. 10, pp. 1657–1659.
- [89] W.E. Ricker, Computation and interpretation of biological statistics of fish populations, *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **1975**, vol. 191, pp. 1–382.
- [90] S. Ye, Z. Li, G. Feng, W. Cao, Length-weight relationships for thirty fish species in Lake Niushan, a shallow macrophytic Yangtze Lake in China, *Asian Fish. Sci.*, **2017**, vol. 20, no. 1/2, p. 217.
- [91] T.A. Koutrakis and A.C. Tsikliras, Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece), *J. Appl. Ichthyol.*, **2003**, vol. 19, no. 4, pp. 258–260, doi: 10.1046/j.1439-0426.2003.00456.x.
- [92] X. Dong, T. Xiang, T. Ju, et al., Age, growth, mortality and recruitment of thin sharpbelly *Toxabramis swinhonis* Günther, 1873 in three shallow lakes along the middle and lower reaches of the Yangtze River basin, China, *PeerJ*, **2019**, vol. 2019, no. 4. doi: 10.7717/peerj.6772.
- [93] G.V. Nikolsky, The ecology of fishes, vol. 352. *Academic press London*, **1963**.
- [94] M. King, Fisheries Biology, Assessment and Management. *Fishing News Books*, **1995**, p. 341.
- [95] O.F. Sakun and N.A. Buckaâ, “Opredelenie stadii zrelosti i izučenie polovnyh ciklov ryb [Determination of the maturity stages and studies on reproductive cycles of fishes],” *Minist. Rybn. Hozâjstva SSSR, Polârnyj naučno-issledovatel’skij i Proektn. Inst. morskogo Rybn. hozâjstva i Okeanogr. im. Knipoviča, Murm. in Russ.*, **1968**.
- [96] H.M. Sang and H.S. Lam, Reproductive biology of blue tang fish (*Paracanthurus hepatus* Linnaeus, 1776) in Khanh Hoa seawater, Viet Nam, **2018**. *Indian Journal of Geo Marine Sciences*, 47(04):839 – 845.
- [97] M. Hasan, M.H.A. Hosen, M.I. Miah, Z.F. Ahmed, M.S. Chhanda, S.I.M. Shahriar, Fecundity, length at maturity and gonadal development indices of river catfish (*Clupisoma garua*) of the old Brahmaputra River in Bangladesh, *Egypt. J. Aquat. Res.*, **2020**, vol. 46, no. 3, doi:

- 10.1016/j.ejar.2020.08.003.
- [98] S. Duarte and F. G. Araújo, Fecundity of the *Hypostomus affinis* (Siluriformes, Loricariidae) in the Lajes Reservoir, Rio de Janeiro, Brazil, *Rev. Biol. Trop.*, **2002**, pp. 193–197.
- [99] ikhtiologiya i ispol'zovaniya biologicheskikh resursov vodoemov. . Akademiia nauk SSSR. Nauchnyĭ sovet" Gidrobiologiya and E. V. Borut'skiĭ, *Metodicheskoe posobie po izuchenioyu pitaniya i pishchevykh otnoshenii ryb v estestvennykh usloviyakh*. Nauka, **1974**.
- [100] L.J. McLeay, M.J. Doubell, A.J. Linnane, Spatial and temporal variations in female size at maturity of a Southern Rock Lobster (*Jasus edwardsii*) population: A likely response to climate change, *PLoS One*, **2019**, vol. 14, no. 11, p. e0225144.
- [101] C.M. O'Brien, Modelling and quantitative methods in fisheries, by Malcolm Haddon. *International Statistical Review*, **2012**, 80(1):201–202
- [102] T.D. Dien, E.V. Ganzha, E.D. Pavlov, K.Y. Samoilo, D. S. Pavlov, Survival and Level of Thyroid Hormones and Ions in Armored Catfish (Loricariidae) at Increasing Water Salinity, *J. Ichthyol.*, **2022**, vol. 62, no. 6, pp. 1201–1207.
- [103] J.S. Nelson, Fishes of the world, *John Wiley & Sons*, **2006**, vol. 4th Edition, p.601.
- [104] A.O. Saba, A.Ismail, S.Z. Zulkifli, M.R.A. Halim, N A.A. Wahid, M. N. A. Amal, Species composition and invasion risks of alien ornamental freshwater fishes from pet stores in Klang Valley, Malaysia, *Scientific Reports*, **2020**, vol. 10, no. 1. **2020**, doi: 10.1038/s41598-020-74168-9.
- [105] J.M. Chavez, R.M. De La Paz, S.K. Manohar, R.C. Pagulayan, J.R. Carandang, New Philippine record of south american sailfin catfishes (Pisces: Loricariidae), *Zootaxa*, **2006**, no. 1109, pp. 57–68, doi: 10.11646/zootaxa.1109.1.6.
- [106] M. Muralidharan, K. Manikandan, M. Gobi, Extended distribution of the invasive Sucker catfish *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) to Cauvery river system of Peninsular India., *Int. J. Aquat. Biol.*, **2014**, vol. 3, no. 1, pp. 14–18.
- [107] Y.P. Kartavtsev, J.S. Lee, Analysis of nucleotide diversity at the cytochrome b and cytochrome oxidase 1 genes at the population, species, and genus levels, *Russ. J. Genet.*, **2006**, vol. 42, pp. 341–362.
- [108] B.C. Carstens, T.A. Pelletier, N.M. Reid, J. D. Satler, How to fail at species delimitation, *Mol. Ecol.*, **2013**, vol. 22, no. 17, pp. 4369–4383.
- [109] D.P. Kodukhova, V. Yu, D.P. Karabanov, Characteristics of natural hybrids of bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) and roach *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) in the Rybinsk Reservoir, *Izv. Samar. Nauchn. Tsentra Ross. Akad. Nauk*, **2013**, vol. 15, p. 2293.
- [110] V.V. Stolbunova, Intergenomic conflict at remote hybridization of bream (*Abramis brama* L.) and roach (*Rutilus rutilus* L.), **2017**, *Usp. Sovrem. Biol.*, vol. 137, no. 4, pp. 361–372.

- [111] A. Bijukumar, R. Smrithy, U. Sureshkumar, S. George, Invasion of South American suckermouth armoured catfishes *Pterygoplichthys* spp. (Loricariidae) in Kerala, India - a case study, *J. Threat. Taxa*, **2015**, vol. 7, no. 3, pp. 6987–6995, doi: 10.11609/jott.o4133.6987-95.
- [112] J.C. Jumawan, B.M. Vallejo, A.A. Herrera, C.C. Buerano, I.K.C. Fontanilla, DNA barcodes of the suckermouth sailfin catfish *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae) in the Marikina River system, Philippines: Molecular perspective of an invasive alien fish species, *Philipp. Sci. Lett.*, **2011**, vol. 4, no. 2, pp. 103–113.
- [113] T.E. Parente, D.A. Moreira, M.G.P. Magalhaes, P.C.C. de Andrade, C. Furtado, B.J. Haas, J.J. Stegeman, M.E. Hahn, The liver transcriptome of suckermouth armoured catfish (*Pterygoplichthys anisitsi*, Loricariidae): identification of expansions in defensome gene families, *Mar. Pollut. Bull.*, **2017**, vol. 115, no. 1–2, pp. 352–361.
- [114] V.S. Artamonova, A.A. Makhrov, D.P. Karabanov, A.Y. Rolskiy, Y.I. Bakay, V. I. Popov, Hybridization of beaked redfish (*Sebastes mentella*) with small redfish (*Sebastes viviparus*) and diversification of redfish (Actinopterygii: Scorpaeniformes) in the Irminger Sea, *J. Nat. Hist.*, **2013**, vol. 47, no. 25–28, pp. 1791–1801.
- [115] J.C. Jumawan and A.A. Herrera, Ovary Morphology and Reproductive Features of the Female Suckermouth Sailfin Catfish, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber 1991) from Marikina River, Philippines, *Asian Fish. Sci.*, **2014**, vol. 27, no. 1, pp. 75–89, doi: 10.33997/j.afs.2014.27.1.006.
- [116] E.S. Gusev, V. A. Gusakov, T.D. Dien, Hydrochemical characteristics of rivers, lakes, and reservoirs in Central and South Vietnam, in *Ekologiya vnutrennikh vod V'etnama* (Ecology of Inland Waters of Vietnam), *Moscow KMK*, **2014**, pp. 23–35.
- [117] В.В. Логинов and Д.Б. Гелашвили, Вред водным биологическим ресурсам водохранилищ Волжско-Камского каскада от воздействия гидроэлектростанций, *Принципы экологии*, **2016**, no. 4 (20), pp. 4–25.\
- [118] N.K. Lujan, K.O. Winemiller J.W. Armbruster, Trophic diversity in the evolution and community assembly of loricariid catfishes,” *BMC Evol. Biol.*, **2012**, vol. 12, no. 1, pp. 1–13.

PHỤ LỤC 1

Bảng 1: Phân bố và năm xuất hiện cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. ở miền Nam Việt Nam.

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loài (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
Tỉnh Bình Định (2 điểm)						
1	Sông Côn	10	13°52.505', 109°6.911'	Côn	PD (2011)	10/(10+5)
2	Sông Côn	10	13°51.945', 109°7.977'	Côn	PD (2011)	6/(0+0)
Tỉnh Phú Yên (26 điểm)						
3	Hồ chứa Đá Bia 1	67	12°53.076', 109°23.836'	Suối Ty	–	–
4	Hồ chứa Đá Bia 2	48	12°53.139', 109°23.690'	Suối Ty	–	–
5	Kênh Hào Sơn	10	12°54.673', 109°22.497'	Suối Ty	PP, PD, PP×PD (2009)	39/(39+3)
6	Kênh Suối Ty	0	12°56.559', 109°21.796'	Suối Ty	PP, PD, PP×PD (2009)	35/(35+7)
7	Kênh Tây Hòa	20	12°59.540', 109°7.610'	Ba	PD (2009)	4/(3+1)
8	Sông Ba (Phú Hòa)	10	13°0.811', 109°11.195'	Ba	PP, PD, PP×PD (2009)	57/(57+1 5)
9	Hồ Hoàng Dinh	23	12°55.244', 109°20.493'	Ba	PP, PD, PP×PD (2009)	18/(0+0)

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
10	Hồ Đồng Khôn	60	12°55.542', 109°19.754'	Ba	–	–
11	Sông Ba Hạ	4	13°3.491', 109°17.192'	Ba	PP, PD, PP×PD (2009)	12/(0+0)
12	Hồ Xuân Bình	71	13°33.338', 109°11.094'	Ba	–	–
13	Hồ Kỳ Châu	142	13°33.456', 109°4.902'	Ba	–	–
14	Hồ Bầu Sen-1	9	13°22.313', 109°6.235'	Cái Phú Yên	PP, PD, PP×PD (2012)	15/(0+0)
15	Hồ Bầu Sen-2	9	13°20.937', 109°9.373'	Cái Phú Yên	PP, PD, PP×PD (2012)	14/(0+0)
16	Kênh Đồng Cam	10	12°58.682', 109° 7.974'	Cái Phú Yên	PP, PD, PP×PD (2009)	18/(0+0)
17	Hồ Tân Bình	420	12°56.367', 108°46.767'	Cái Phú Yên	–	–
18	Suối Buôn Chung	330	12°59.232', 108°47.052'	Ba Hạ	PP, PD, PP×PD (2009)	9/(0+0)
19	Hồ Số-1	340	12°56.431', 108°48.964'	Ba	–	–
20	Hồ Số-3	400	12°56.671', 108°48.615'	Ba	–	–
21	Hồ Ea Đin	410	12°56.322', 108°50.068'	Ba	–	–

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
22	Hồ Xuân Hương	400	12°58.486', 108°53.691'	Ba	–	–
23	Hồ Buôn Đức	220	12°54.817', 108°53.113'	Ba	PP, PD, PP×PD (2009)	14/(0+0)
24	Hồ Sông Hình	210	12°53.102', 108°56.106'	Ba	PP, PD, PP×PD (2009)	10/(0+0)
25	Hồ chứa Ba Hạ	100	13°1.055', 108°54.366'	Ba	PP, PD, PP×PD (2005)	18/(0+0)
26	Hồ chứa Krong Năng	260	12°56.310', 108°42.673'	Ba	PP, PD, PP×PD (2005)	15/(0+0)
27	Kênh dẫn nội đồng Tuy Hòa	3	13°0.441', 109°7.257'		PP, PD, PP×PD	10/(10+0)
28	Hồ Bầu Sen	11	13°5.807', 109°17.047'	Ba (Ba)	PP, PD, PP×PD (2012)	27/(27+3)
Tỉnh Khánh Hòa (27 thủy vực)						
29	Hồ chứa Hoa Sơn	30	12°47.574', 109°17.397'	Tu Bông	PD (2017)	10/(0+0)
30	Sông Đồng Điền	6	12°43.241', 109°14.157'	Đồng Điền	PP, PD, PP×PD (2017)	12/(0+0)
31	Hồ chứa Xuân Sơn	34	12°40.814', 109°8.014'	Đồng Điền	PD (2017)	6/(0+0)
32	Hồ chứa Huynhdai Vinasin	23	12°30.103', 109°14.175'	Dinh	–	–

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
33	Hồ chứa Tiên Du	333	12°27.388', 109°13.920'	Dinh	–	–
34	Hồ chứa Đá Bàn	58	12°38.387', 109°6.578'	Dinh	–	–
35	Sông Đá Bàn	31	12°38.109', 109°6.522'	Dinh	PP, PD, PP×PD (2010)	10/(10+0)
36	Hồ chứa Suối Sim	33	12°34.263', 109°1.272'	Dinh	PD (2017)	8/(0+0)
37	Ao nhỏ ở Ninh Hòa	7	12°29.745', 109°7.315'	Dinh	PP, PD, PP×PD (2010)	10/(0+0)
38	Kênh dẫn nước Sông Dinh	7	12°29.919', 109°6.919'	Dinh	PP, PD, PP×PD (2010)	12/(0+0)
39	Sông Dinh	2	12°29.740', 109°7.686'	Dinh	PP, PD, PP×PD (2010)	26/(0+6)
40	Hồ chứa Suối Trâu	22	12°30.302', 109°2.694'	Dinh	PD, PP×PD (2015)	26/(26+0)
41	Hồ chứa Am Chúa	32	12°18.680', 109°5.850'	Cái	–	–
42	Kênh dẫn nước Am Chúa	7	12°17.436', 109°6.063'	Cái	PP, PD, PP×PD (2014)	9/(0+7)
43	Sông Cái	6	12°15.721', 109°5.782'	Cái	PP, PD, PP×PD (2012)	9/(0+4)
44	Hồ chứa Láng Nhót	54	12°13.991', 108°58.910'	Cái	PD (2018)	14/(0+0)

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
45	Hồ chứa Cây Sung	50	12°14.128', 108°58.408'	Cái	PD (2018)	15/(0+0)
46	Kênh dẫn nước từ hồ chứa Cây Sung	20	12°14.624', 108°59.115'	Cái	PD (2017)	12/(0+0)
47	Hồ chứa Suối Dầu	20	12°9.693', 109°3.283'	Cái	–	–
48	Kênh dẫn nước từ hồ chứa Suối Dầu	20	12°11.387', 109°4.250'	Cái	PD (2017)	6/(0+0)
49	Hồ chứa Cam Thượng	35	12°6.335', 109°5.154'	Suối Cát	PD (2017)	3/(0+0)
50	Sông Suối Cát	30	12°6.833', 109°7.349'	Suối Cát	PD (2017)	7/(0+0)
51	Hồ chứa Tà Rục	31	11°58.884', 109°3.709'	Trà Long	–	–
52	Hồ chứa Suối Hành	37	11°56.154', 109°3.694'	Suối Hành	–	–
53	Kênh Cầu Lùng	10	12°15.228', 109°6.309'	Cái	PP, PD, PP×PD (2012)	12/(3+3)
54	Hồ chứa Kênh Hạ	10	12°11.282', 109°9.360'	Tắc	PP, PD, PP×PD (2014)	14/(0+0)
55	Kênh dẫn nước từ hồ chứa Kênh Hạ	10	12°11.664', 109°9.796'	Tắc	PP, PD, PP×PD (2013)	5/(0+5)
Tỉnh Lâm Đồng (13 thủy vực)						

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
56	Hồ chứa Đa Khai	1400	12°6.533', 108°34.683'	Đa Nhim	–	–
57	Hồ chứa Suối Vàng	1390	12°0.234', 108°22.550'	Suối Vàng	–	–
58	Hồ chứa Đan Kia	1410	12°0.076', 108°22.149'	Đan Kia	–	–
59	Hồ chứa Xuân Hương	1480	11°56.924', 108°27.092'	Đa Nhim	PD (2016)	7/(0+0)
60	Hồ chứa Tuyên Lâm	1380	11°54.000', 108°26.252'	Đa Nhim	–	–
61	Hồ chứa Nam Sơn	920	11°43.158', 108°21.645'	Đa Nhim	PD (2015)	5/(0+0)
62	Hồ chứa Đại Ninh	890	11°37.829', 108°19.037'	Đại Nga	PD, PP×PD (2012)	26/(26+5)
63	Hồ chứa Đại Nga	750	11°32.035', 107°52.687'	Đại Nga	PD, PP×PD (2012)	10/(0+0)
64	Hồ chứa Nam Phương	840	11°33.970', 107°49.254'	Đại Bình	PD (2017)	3/(0+0)
65	Hồ chứa Bảo Lâm	840	11°37.630', 107°49.588'	La Ngà	–	–
66	Hồ chứa Cai Bàng	835	11°39.175', 107°50.022'	La Ngà	–	–
67	Hồ chứa Lộc Thanh	820	11°34.499', 107°51.359'	La Ngà	–	–

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
68	Hồ chứa Hàm Thuận Bắc	500	11°20.665', 107°54.202'	La Ngà	PP, PD, PP×PD (2000)	5/(1+1)
Tỉnh Đắk Lắk (22 thủy vực)						
69	Hồ chứa Krong Buk Hạ	510	12°46.803', 108°22.384'	Krông Năng	PP, PP×PD (2012)	6/(0+0)
70	Hồ chứa Ea Đar	455	12°48.087', 108°30.217'	Đà Răng	PP, PP×PD (2016)	3/(3+3)
71	Hồ chứa Ea Kar	480	12°48.116', 108°26.534'	Krông Năng	PD (2016)	4/ (4+4)
72	Hồ chứa Yang Reh	445	12°30.032', 108°14.030'	Serepok	–	–
73	Hồ Lắk	417	12°24.738', 108°10.766'	Serepok	PD (2012)	6/(0+0)
74	Suối Cầu Sô-1	420	12°24.156', 108°8.765'	Krông Ana	–	–
75	Hồ chứa Buôn Triết	440	12°22.320', 108°4.540'	Krông Ana	–	–
76	Kênh Tàu Hút	420	12°24.233', 108°4.733'	Krông Ana	PP, PD, PP×PD (2007)	20/(18+7)
77	Sông Krông Ana	460	12°30.601', 108°10.980'	Krông Ana	PP, PD, PP×PD (2007)	17/(0+0)
78	Hồ chứa Đắk Minh	191	12°55.112', 107°8.387'	Serepok	–	–

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loài (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
79	Kênh dẫn nước từ hồ chứa Đắc Minh	180	12°54.447', 107°48.203'	Serepok	PP, PD, PP×PD (2015)	15/(0+0)
80	Kênh dẫn nước từ hồ chứa Serepok-4	198	12°49.000', 107°51.045'	Serepok	PP, PD, PP×PD (2013)	10/(0+0)
81	Hồ chứa Ea Súp Hạ	203	13°3.859', 107°53.314'	Serepok	PD (2015)	3/(2+2)
82	Kênh dẫn nước từ hồ chứa Ea Súp Hạ	190	13°12.009', 107°48.896'	Serepok	PD (2013)	5/(0+0)
83	Hồ chứa Ea Súp Thượng	212	13°2.494', 107°56.027'	Serepok	–	–
84	Hồ chứa Buôn Dong	495	12°50.476', 108°7.430'	Serepok	PD (2014)	3/(0+0)
85	Hồ chứa Ea Nhái	592	12°43.854', 108°11.951'	Serepok	PD (2017)	4/(0+0)
86	Hồ chứa Ea Cour Kap	511	12°39.061', 108°7.540'	Serepok	–	–
87	Hồ chứa Ea Tiêu	494	12°38.564', 108°6.508'	Serepok	PD (2015)	3/(0+0)
88	Hồ chứa Eakao	416	12°36.554', 108°2.439'	Serepok	PP, PD, PP×PD (2012)	50/(50+11)
89	Hồ chứa Buôn Tua Sarh	478	12°15.900', 108°5.539'	Serepok	PD (2015)	6/(0+0)
90	Hồ chứa Đắc Nuê	442	12°21.926', 108°9.612'	Serepok	PD (2014)	5/(0+0)

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
Tỉnh Đắk Nông (21 thủy vực)						
91	Sông Serepok	330	12°36.716', 107°55.711'	Mekong	PP, PD, PP×PD (2007)	9/(9+9)
92	Hồ chứa Buôn Chin	395	12°28.227', 107°51.202'	Serepok	PD (2015)	2/(0+0)
93	Hồ chứa Đăk Mãm	406	12°27.724', 107°51.710'	Serepok	–	–
94	Hồ chứa Đăk Rô	440	12°26.034', 107°50.826'	Serepok	–	–
95	Hồ chứa Đăk Mil	733	12°26.864', 107°37.174'	Serepok	–	–
96	Hồ chứa Núi Lửa	785	12°23.549', 107°34.588'	Đồng Nai	–	–
97	Hồ chứa Đăk Buk So	840	12°12.968', 107°28.216'	Đồng Nai	–	–
98	Hồ chứa Đăk R Tih	691	12°7.559', 107°28.824'	Đồng Nai	PD (2015)	3/(0+0)
99	Hồ chứa Đoàn Văn	687	12°5.065', 107°28.318'	Đồng Nai	–	–
100	Hồ chứa Đăk Ría	679	12°4.621', 107°29.076'	Đồng Nai	–	–
101	Hồ chứa Đăk R Tang	688	12°0.442', 107°31.673'	Đồng Nai	–	–
102	Hồ chứa Nhân Cơ	640	11°58.503',	Đồng Nai	PD (2017)	4/(0+0)

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
			107°34.784'			
103	Hồ chứa Đắc Nêr	634	11°56.670', 107°35.640'	Đồng Nai	–	–
104	Hồ chứa Đắc Kra Vê	712	12°5.348', 107°39.366'	Đồng Nai	–	–
105	Hồ chứa Trung Tâm	595	12°0.969', 107°41.513'	Đồng Nai	PD (2016)	3/(0+0)
106	Hồ chứa Đắc Tik	596	11°59.400', 107°39.659'	Đồng Nai	PD (2017)	3/(0+0)
107	Hồ chứa Đắc Nir	620	11°59.427', 107°42.290'	Đồng Nai	PD (2017)	8/(0+0)
108	Hồ chứa Đắc Nia	607	11°58.854', 107°42.260'	Đồng Nai	–	–
109	Thác Liêng Lung	623	11°57.362', 107°43.980'	Đồng Nai	–	–
110	Hồ chứa Quảng Khê	719	11°54.676', 107°47.562'	Đồng Nai	PD (2016)	5/(0+0)
111	Hồ chứa Đồng Nai-4	405	11°53.172', 107°43.839'	Đồng Nai	PP, PD, PP×PD (2003)	6/(0+0)
Tỉnh Đồng Nai (3 điểm)						
112	Sông Đồng Nai	120	11° 25.188', 107°25.765'	Đồng Nai	PP, PD, PP×PD (2000)	5/(5+5)
113	Hồ chứa Trị An	60	11°6.870', 107°3.386'	Đồng Nai	PP, PD, PP×PD (2000)	10/(5+9)

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loại (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
114	Hồ chứa Ba Hào	80	11°15.358', 107°4.509'	Đồng Nai	PP, PD, PP×PD (2004)	6/(0+0)
Tỉnh Ninh Thuận (2 điểm)						
115	Sông Ninh Phước	10	11°31.210', 108°55.332'	Ninh Phước	PP, PD, PP×PD (2013)	7/(0+0)
116	Sông Cái Phan Rang	10	11°34.179', 108°58.913'	Cái	PP, PD, PP×PD (2013)	10/(0+0)
Tỉnh Bình Thuận (4 điểm)						
117	Hồ Bầu Sen	0	11°4.711', 108°24.160'	Lũy	–	–
118	Hồ Bầu Trắng	0	11°3.811', 108°25.615'	Lũy	–	–
119	Sông Lũy	3	11°12.500', 108°23.280'	Lũy	PP, PD, PP×PD (2013)	8/(0+0)
120	Sông Đại Hòa	1	11°15.949', 108°40.787'	Đại Hòa	PP, PD, PP×PD (2013)	7/(0+0)
Tỉnh Cần Thơ (4 điểm)						
121	Sông Hậu (Hậu, Thốt Nốt – Cần Thơ)	4	10°17.973', 105°30.877'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	5/(0+0)
122	Sông Ô Môn (Ô Môn, Cần Thơ)	2	10°8.492', 105°38.927'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	7/(0+0)

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loài (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
123	Sông Cần Thơ (Cần Thơ, Cần Thơ)	0	10°1.851', 105°47.324'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	9/(0+0)
124	River Hậu (Hậu, Cần Thơ)	4	10° 6.127', 105° 44.373'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	5/(0+0)
Tỉnh Đồng Tháp (1 điểm)						
125	Sông Tiên (Sa Đéc - Đồng Tháp)	5	10°17.105', 105°47.031'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	5/(0+0)
Tỉnh Sóc Trăng (1 điểm)						
126	Sông Hậu (Kế Sách – Sóc Trăng)	3	9°50.858', 105°58.914'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	8/(0+0)
Tỉnh Trà Vinh (1 điểm)						
127	Sông Trà Cú (Trà Cú – Trà Vinh)	5	9°41.739', 106°15.382'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	5/(0+0)
Tỉnh An Giang (5 điểm)						
128	Kênh Chung Đùng Thầy Cai	5	10°25.431', 105°27.590'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	12/(0+0)
129	Kênh Hòn Giông	5	10°32.994', 105°25.013'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	10/(0+0)
130	Kênh Chà Và	5	10°31.025', 105°29.206'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	15/(0+0)
131	Kênh Chàm Pha	3	10°24.076', 105°28.434'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	7/(0+0)

Số TT	Tên thủy vực (theo tên địa phương)	Độ cao (m)	Tọa độ (N, E)	Sông (theo tên địa phương)	Loài (Năm xuất hiện)	Mẫu thu, con*
132	Kênh Núi Chóc Năng Gù	4	10°31.918', 105°18.174'	Mekong (Sông Cửu Long)	PP, PD, PP×PD (2005)	8/(0+0)

Ghi chú: Thời điểm xuất hiện cá da trơn (năm xuất hiện) ở các thủy vực dựa vào thông tin khảo sát từ ngư dân địa phương. (PP – Pterygoplychthys pardalis, PD – P. disjunctivus, PP × PD – P. pardalis × P. disjunctivus)

** Số mẫu cá Tỳ bà đã thu được ở các thủy vực (tử số). Trong ngoặc đơn (mẫu số) là số mẫu đã được phân tích hình thái và (cộng) với số mẫu được phân tích di truyền.*

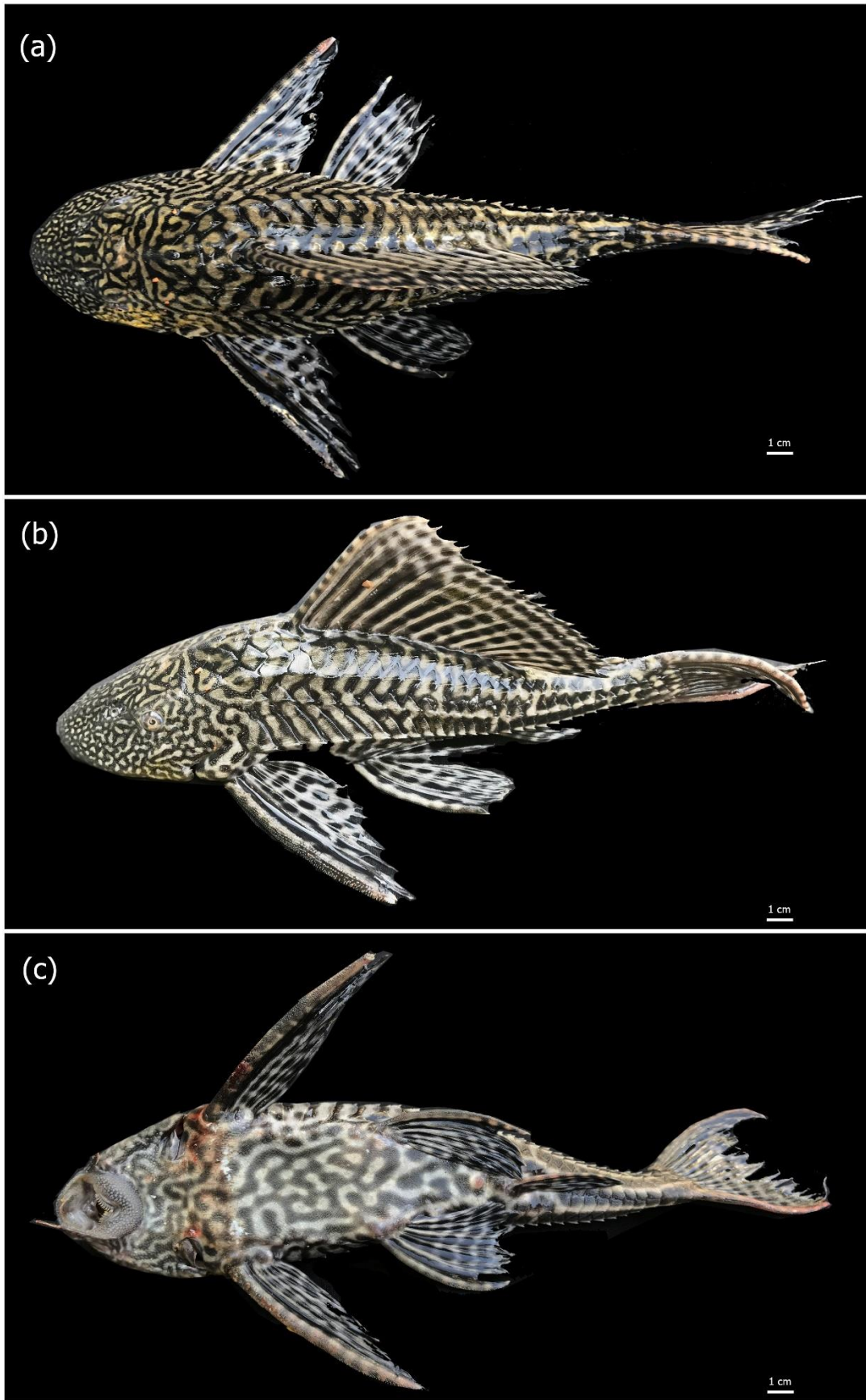
“–” Chưa xuất hiện cá Tỳ bà ở các thủy vực này. Trong một số trường hợp một số mẫu thu được không được phân tích di truyền và hình thái, các mẫu sẽ được định loại dựa trên các đường vân trên cơ thể và số lượng các tia vây.

PHỤ LỤC 2



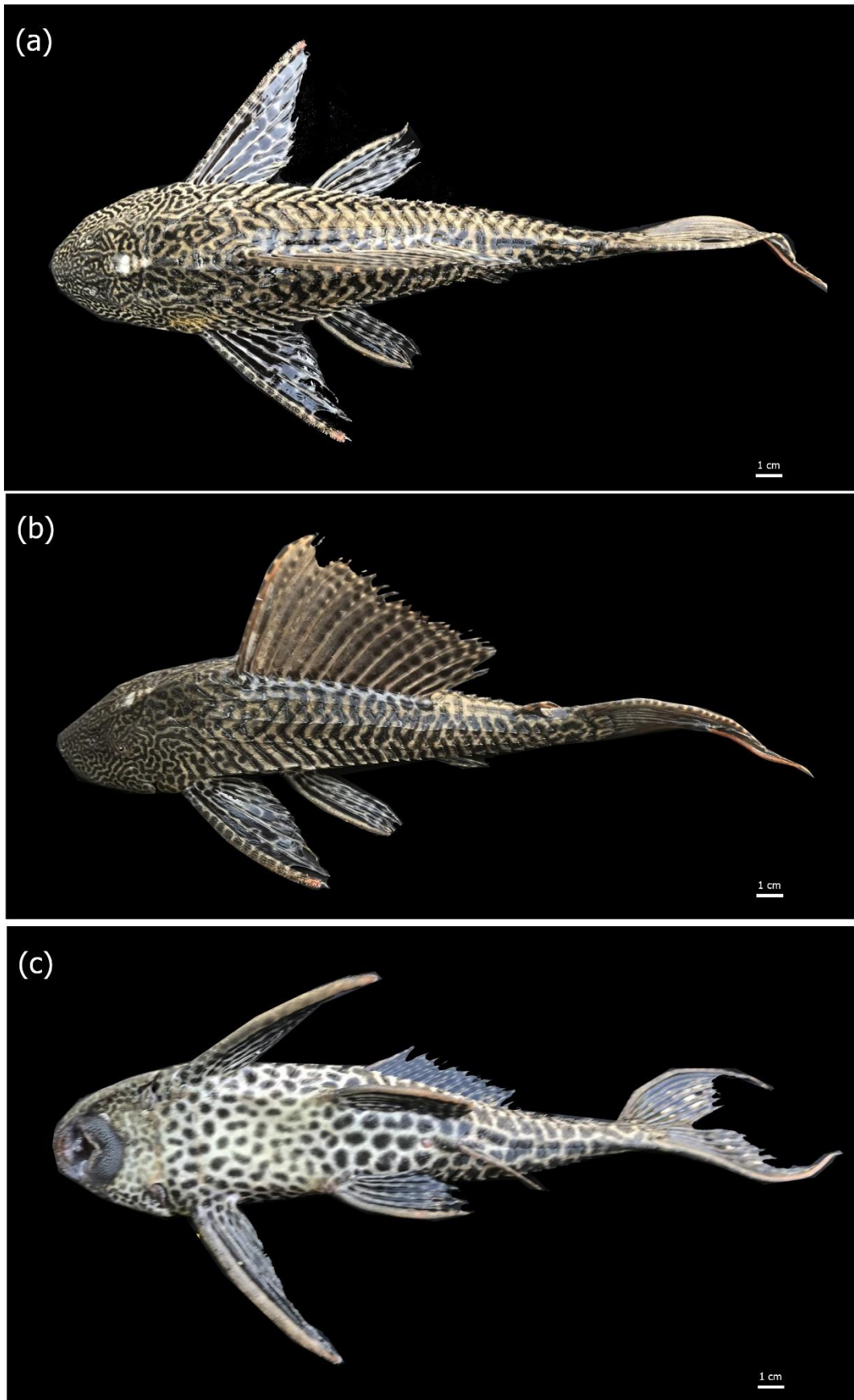
Hình 2: Mặt lưng (a), bụng (b) và mặt bên (c) của *Pterygoplichthys* sp.

PHỤ LỤC 3



Hình 3: Mặt lưng (a), mặt bên (b) và mặt bụng (c) của *P. disjunctivus*

PHỤ LỤC 4



Hình 4: Mặt lưng (a), mặt bên (b) và mặt bụng (c) của *P. pardalis*

PHỤ LỤC 5

Bảng 5: Các chỉ tiêu hình thái của cá Tỳ bà giống *Pterygoplichthys*. Các chỉ tiêu đo là khoảng cách giữa hai điểm được xác định ở Hình 2.4

TT	Khoảng đo	Các chỉ tiêu hình thái (mm)	Ký hiệu
Các chỉ tiêu đo			
1	1-10	Chiều dài tổng	L _t
2	1-9	Chiều dài chuẩn	L _s
3	1-3	Chiều dài trước vây lưng.	Predorsal L.
4	1-2	Chiều dài đầu	Head L. (HL)
5	3-19	Chiều dài: nắp mang – vây lưng	Operculum-dorsal L.
6	17-19	Chiều dài: nắp mang – vây ngực	Operculum-pectoral L.
7	17-18	Chiều dài tia cứng vây ngực	Pectoral-spine L.
8	15-16	Chiều dài tia cứng vây bụng	Pelvic-spine L.
9	11-12	Chiều dài cuống đuôi	Caudal peduncle L.
10	13-14	Chiều dài tia cứng vây hậu môn	Anal-spine L.
11	3-17	Khoảng cách: vây lưng – vây ngực	Dorsal-pectoral D.
12	3-4	Chiều dài tia cứng vây lưng	Dorsal-spine L.
13	12-13	Chiều dài gốc vây hậu môn	Anal-fin base L.
14	3-5	Chiều dài gốc vây lưng	Dorsal-fin base L.
15	5-6	Khoảng cách: vây lưng – vây mỡ	Dorsal-adipose D.
16	6-7	Chiều dài vây mỡ.	Adipose-spine L.
17	6-8	Khoảng cách: vây mỡ - trên vây đuôi	Dorsal adipose-caudal D.
18	8-11	Chiều cao cuống đuôi	Caudal peduncle Dp.
19	6-11	Khoảng cách: vây mỡ - dưới vây đuôi	Ventral adipose-caudal D.
20	6-13	Khoảng cách: Vây mỡ - vây hậu môn	Adipose-anal D.
21	3-13	Khoảng cách: vây lưng – vây hậu môn	Dorsal-anal D.
22	3-15	Khoảng cách: vây lưng – vây bụng	Dorsal-pelvic D.
23	19-21	Khoảng cách sau ổ mắt	Postorbital D.
24	20-21	Đường kính ổ mắt	Orbit Dia.
25	1-20	Chiều dài mõm	Snout L.
26	22-23	Chiều dài râu	Barbel L.
27	2-17	Chiều cao đầu	Head Dp.
28	24-25	Khoảng cách 2 mũi	Internares W.
29	21-26	Khoảng cách 2 mắt	Interorbital W.
30	27-28	Chiều rộng ngực	Cleithral W.

TT	Khoảng đo	Các chỉ tiêu hình thái (mm)	Ký hiệu
31	29-30	Chiều dài răng hàm trước	Premaxillary tooth cup L.
32	31-32	Chiều dài răng hàm sau	Dentary tooth cup L.
Các chỉ tiêu đếm			
1		Số tia vây lưng	Dorsal-fin rays
2		Số tia vây ngực	Pectoral-fin rays
3		Số tia vây bụng	Pelvic-fin rays
4		Số tia vây hậu môn	Anal-fin rays
5		Số tia vây đuôi	Caudal-fin rays
6		Số vây đường bên	Number of lateral plates

PHỤ LỤC 6

Bảng 6: Định nghĩa các mốc đo hình thái (Hình 2.4)

Điểm	Định nghĩa
1	Điểm đầu của mõm
2	Điểm cuối xương chẩm
3	Góc của tia cứng vây lưng (phía trước)
4	Đỉnh của tia cứng vây lưng
5	Điểm sau cùng của viền tia vây lưng
6	Điểm gốc của tia vây mõ
7	Đỉnh của tia cứng vây mõ
8	Điểm cuối cùng của tấm vây mặt lưng
9	Điểm cuối cùng của tấm vây đường bên
10	Điểm cuối của tia cứng vây đuôi
11	Điểm cuối cùng của tấm vây mặt bụng
12	Điểm cuối viền tia vây hậu môn
13	Điểm gốc tia cứng vây hậu môn (phía trước)
14	Đỉnh tia cứng vây hậu môn
15	Góc của tia cứng vây bụng (phía trước)
16	Đỉnh của tia cứng vây bụng
17	Góc của tia cứng vây ngực (phía trước)
18	Đỉnh của tia cứng vây ngực
19	Điểm kết thúc nắp mang
20	Điểm trước hốc mắt trái
21	Điểm sau hốc mắt trái
22	Điểm gốc râu bên trái
23	Đỉnh râu bên trái
24	Điểm giữa mũi phải
25	Điểm giữa mũi trái
26	Điểm sau hốc mắt phải
27	Điểm phía sau viền vây ngực phải
28	Điểm phía sau viền vây ngực trái
29	Điểm lề mép ngoài răng hàm trước
30	Điểm lề mép trong răng hàm trước
31	Điểm lề mép trong răng hàm sau
32	Điểm lề mép ngoài răng hàm sau

PHỤ LỤC 7

Bảng 7.1: Các chỉ tiêu hình thái của cá Tỳ bà ở Sông Dinh (Khánh Hòa)

(N 12⁰ 29.385, E 109⁰ 08.222)

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
1	Chiều dài tổng (L _t), mm	12	258,8 ± 36,2	205,0–340,0
2	Chiều dài chuẩn (L _s), mm	12	192,4 ± 30,4	141,0–250,0
3	Khối lượng, g	12	129,8 ± 65,3	56,0–278,0
4	Khối lượng bỏ nội quan, g	12	111,6 ± 65,5	47,0–246,0
5	Số tia vây lưng	12	(II) 11,7 ± 0,6	10,0–12,0
6	Số tia vây hậu môn	12	(i) 3,9 ± 0,3	3,0–4,0
7	Số tia vây ngực	12	(I) 5,0 ± 0,4	4,0–6,0
8	Số tia vây bụng	12	(i) 4,9 ± 0,3	4,0–5,0
9	Số tia vây đuôi	12	(i) 13,8 (i) ± 0,6	12,0–14,0
10	Số vây đường bên	12	28,2 ± 0,9	27,0–30,0
Tỷ lệ so với chiều dài chuẩn (%)				
11	Chiều dài đầu (HL)	12	32,0 ± 2,0	29,2–34,9
12	Chiều dài trước vây lưng	12	39,7 ± 2,0	36,9–42,7
13	Chiều dài: nắp mang – vây lưng	12	13,9 ± 1,4	12,2–16,6
14	Chiều dài: nắp mang – vây ngực	12	13,7 ± 1,5	12,0–17,7
15	Chiều dài tia cứng vây lưng	12	25,7 ± 2,9	21,0–31,8
16	Chiều dài gốc vây lưng	12	34,8 ± 2,5	32,1–41,0
17	Chiều dài tia cứng vây ngực	12	28,8 ± 3,8	17,6–32,0
18	Chiều dài tia cứng vây bụng	12	23,5 ± 1,4	20,7–25,8
19	Chiều dài tia cứng vây hậu môn	12	17,3 ± 1,4	15,1–19,6
20	Chiều dài gốc vây hậu môn	12	5,8 ± 2,2	4,3–12,2
21	Chiều dài cuống đuôi	12	29,6 ± 1,8	26,4–33,0
22	Chiều cao cuống đuôi	12	10,1 ± 3,2	8,1–19,5
23	Khoảng cách: vây lưng – vây bụng	12	19,5 ± 1,8	16,5–22,9
24	Khoảng cách: vây lưng – vây ngực	12	25,8 ± 1,7	23,6–28,6
25	Khoảng cách: vây lưng – vây hậu môn	12	26,8 ± 12,4	11,3–50,4
26	Khoảng cách: vây lưng – vây mỡ	12	15,6 ± 3,5	11,6–23,7
27	Chiều dài vây mỡ,	12	8,7 ± 3,7	4,3–18,5
28	Khoảng cách: vây mỡ - trên vây đuôi	12	14,5 ± 3,4	11,5–23,9
29	Khoảng cách: vây mỡ - dưới vây đuôi	12	18,3 ± 2,9	15,1–26,7

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
30	Khoảng cách: Vây mỡ - vây hậu môn	12	25,8 ± 3,2	21,1–30,9
31	Chiều rộng ngực	12	27,2 ± 3,1	24,0–29,3
Tỷ lệ so với chiều dài đầu (%)				
32	Khoảng cách sau ổ mắt	12	40,3 ± 9,1	32,4–66,2
33	Đường kính ổ mắt	12	8,8 ± 1,5	5,1–7,2
34	Chiều dài mõm	12	53,3 ± 11,8	35,1–81,3
35	Chiều dài râu	12	30,8 ± 10,4	18,9–51,5
36	Chiều cao đầu	12	62,3 ± 8,0	53,9–79,6
37	Khoảng cách 2 mũi	12	19,9 ± 10,2	15,7–50,5
38	Khoảng cách 2 mắt	12	42,8 ± 2,6	39,9–48,4
39	Chiều dài răng hàm trước	12	11,1 ± 2,0	12,1–18,1
40	Chiều dài răng hàm sau	12	12,2 ± 2,1	8,0–19,2

Ghi chú: (I) – gai cứng chắc khỏe; (i) – gai uốn cong được

Bảng 7.2: Các chỉ tiêu đo và đếm của cá Tỳ bà ở hồ Suối Trầu (N 12^o 30.302', E 109^o 02.694')

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
1	Chiều dài tổng (L _t), mm	7	216,9 ± 70,5	157,0–312,0
2	Chiều dài chuẩn (L _s), mm	7	155,7 ± 56,3	107,0–234,0
3	Khối lượng, g	7	84,9 ± 71,6	28,0–188,0
4	Khối lượng bỏ nội quan, g	7	70,4 ± 60,8	21,0–156,0
5	Số tia vây lưng	7	(II) 12,0 ± 0,0	12,0–12,0
6	Số tia vây hậu môn	7	(i) 4,0 ± 0,0	4,0–4,0
7	Số tia vây ngực	7	(I) 5,1 ± 0,4	5,0–6,0
8	Số tia vây bụng	7	(i) 5,0 ± 0,0	5,0–5,0
9	Số tia vây đuôi	7	(i) 14,0 (i) ± 0,0	14,0–14,0
10	Số vây đường bên	7	27,6 ± 1,7	24,0–29,0
Tỷ lệ so với chiều dài chuẩn (%)				
11	Chiều dài đầu (HL)	7	32,0 ± 1,0	30,4–33,4
12	Chiều dài trước vây lưng	7	39,5 ± 1,5	37,4–41,9
13	Chiều dài: nắp mang – vây lưng	7	12,7 ± 1,4	10,3–14,6
14	Chiều dài: nắp mang – vây ngực	7	14,6 ± 1,0	13,2–15,9
15	Chiều dài tia cứng vây lưng	7	27,5 ± 3,7	21,4–31,8
16	Chiều dài gốc vây lưng	7	34,7 ± 1,8	33,7–38,6
17	Chiều dài tia cứng vây ngực	7	28,1 ± 1,4	26,1–30,1
18	Chiều dài tia cứng vây bụng	7	24,1 ± 2,0	21,4–26,2

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
19	Chiều dài tia cứng vây hậu môn	7	17,5 ± 2,1	14,5–20,2
20	Chiều dài gốc vây hậu môn	7	4,3 ± 0,5	3,9–5,2
21	Chiều dài cuống đuôi	7	26,7 ± 7,4	12,1–36,4
22	Chiều cao cuống đuôi	7	8,7 ± 0,4	8,1–9,4
23	Khoảng cách: vây lưng – vây bụng	7	20,3 ± 2,1	17,9–23,4
	Khoảng cách: vây lưng – vây ngực	7	26,3 ± 1,1	24,5–27,5
24	Khoảng cách: vây lưng – vây hậu môn	7	34,5 ± 1,0	33,3–35,6
	Khoảng cách: vây lưng – vây mỡ	7	11,8 ± 1,6	9,3–13,9
26	Chiều dài vây mỡ	7	7,9 ± 1,4	5,5–9,8
27	Khoảng cách: vây mỡ - trên vây đuôi	7	13,0 ± 1,8	9,5–14,8
	Khoảng cách: vây mỡ - dưới vây đuôi	7	16,8 ± 1,2	15,4–18,7
28	Khoảng cách: Vây mỡ - vây hậu môn	7	25,0 ± 1,1	22,0–25,8
	Chiều rộng ngực	7	27,0 ± 2,7	24,4–29,2
Tỷ lệ so với chiều dài đầu (%)				
32	Khoảng cách sau ổ mắt	7	39,2 ± 2,8	36,0–43,0
33	Đường kính ổ mắt	7	5,8 ± 0,7	4,8–6,8
34	Chiều dài mõm	7	52,6 ± 2,2	49,5–56,6
35	Chiều dài râu	7	27,2 ± 3,6	22,2–32,0
36	Chiều cao đầu	7	62,6 ± 5,4	52,0–68,2
37	Khoảng cách 2 mũi	7	15,7 ± 1,5	13,0–17,6
38	Khoảng cách 2 mắt	7	43,4 ± 3,1	38,0–47,1
39	Chiều dài răng hàm trước	7	11,1 ± 2,0	10,1–18,0
40	Chiều dài răng hàm sau	7	12,1 ± 1,4	10,2–16,1

Bảng 7.3: Các chỉ tiêu đo và đếm của cá Tỳ bà ở kênh Am Chúa (Khánh Hòa) (N 12° 17.421', E 109° 06.038')

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
1	Chiều dài tổng (L _t), mm	16	233,2 ± 56,2	100,9–301,0
2	Chiều dài chuẩn (L _s), mm	16	176,6 ± 43,2	74,2–223,0
3	Khối lượng, g	16	106,9 ± 52,5	9,0–192,0
4	Khối lượng bỏ nội quan, g	16	89,4 ± 44,1	6,0–160,0
5	Số tia vây lưng	16	(II) 11,4 ± 0,6	10,0–12,0

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
6	Số tia vây hậu môn	16	(i) 3,9 ± 0,3	3,0–4,0
7	Số tia vây ngực	16	(I) 5,0 ± 0,4	4,0–6,0
8	Số tia vây bụng	16	(i) 4,9 ± 0,3	4,0–5,0
9	Số tia vây đuôi	16	(i) 14,0 (i) ± 0,0	14,0–14,0
10	Số vây đường bên	16	27,9 ± 1,0	26,0–30,0
Tỷ lệ so với chiều dài chuẩn (%)				
11	Chiều dài đầu (HL)	16	32,5 ± 2,3	28,7–38,4
12	Chiều dài trước vây lưng	16	38,2 ± 2,1	36,1–45,1
13	Chiều dài: nắp mang – vây lưng	16	12,4 ± 1,2	10,2–15,2
14	Chiều dài: nắp mang – vây ngực	16	13,7 ± 1,0	12,2–15,8
15	Chiều dài tia cứng vây lưng	16	24,4 ± 1,6	20,5–26,0
16	Chiều dài gốc vây lưng	16	33,1 ± 2,0	29,9–37,4
17	Chiều dài tia cứng vây ngực	16	27,4 ± 2,7	23,6–34,6
18	Chiều dài tia cứng vây bụng	16	21,7 ± 1,7	19,0–25,5
19	Chiều dài tia cứng vây hậu môn	16	16,4 ± 1,9	11,5–19,5
20	Chiều dài gốc vây hậu môn	16	4,6 ± 0,7	3,3–6,5
21	Chiều dài cuống đuôi	16	29,4 ± 1,3	25,4–30,8
22	Chiều cao cuống đuôi	16	8,6 ± 0,5	7,8–9,3
23	Khoảng cách: vây lưng – vây bụng	16	19,9 ± 1,3	17,1–22,6
24	Khoảng cách: vây lưng – vây ngực	16	24,9 ± 1,5	22,8–28,8
25	Khoảng cách: vây lưng – vây hậu môn	16	34,1 ± 0,9	31,1–36,8
26	Khoảng cách: vây lưng – vây mỡ	16	15,0 ± 2,1	11,3–18,5
27	Chiều dài vây mỡ,	16	7,1 ± 1,0	5,7–8,6
28	Khoảng cách: vây mỡ - trên vây đuôi	16	12,2 ± 1,0	10,7–14,1
29	Khoảng cách: vây mỡ - dưới vây đuôi	16	16,2 ± 1,1	14,3–18,3
30	Khoảng cách: Vây mỡ - vây hậu môn	16	26,0 ± 1,1	25,0–27,1
31	Chiều rộng ngực	16	27,1 ± 1,9	25,0–28,6
Tỷ lệ so với chiều dài đầu (%)				
32	Khoảng cách sau ổ mắt	16	38,8 ± 3,0	33,3–46,7
33	Đường kính ổ mắt	16	5,9 ± 0,8	4,9–7,6
34	Chiều dài mõm	16	54,4 ± 2,5	49,4–60,7
35	Chiều dài râu	16	33,6 ± 4,5	27,6–46,0
36	Chiều cao đầu	16	58,3 ± 4,9	51,9–66,5
37	Khoảng cách 2 mũi	16	18,5 ± 3,0	15,3–24,6

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
38	Khoảng cách 2 mắt	16	44,7 ± 1,4	42,6–47,2
39	Chiều dài răng hàm trước	16	12,8 ± 2,0	11,0–18,6
40	Chiều dài răng hàm sau	16	14,0 ± 1,8	12,1–18,0

Bảng 7.4: Các chỉ tiêu đo và đếm của cá Tỳ bà ở Sông Cái (Khánh Hòa)

(N 12° 15.619', E 109° 06.038')

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
1	Chiều dài tổng (L_t), mm	4	293,8 ± 27,5	270,0–332,0
2	Chiều dài chuẩn (L_s), mm	4	220,8 ± 14,2	210,0–240,0
3	Khối lượng, g	4	176,3 ± 44,0	136,0–230,0
4	Khối lượng bỏ nội quan, g	4	157,5 ± 38,0	126,0–204,0
5	Số tia vây lưng	4	(II) 12,0 ± 0,8	11,0–13,0
6	Số tia vây hậu môn	4	(i) 4,0 ± 0,0	4,0–4,0
7	Số tia vây ngực	4	(I) 5,0 ± 0,0	5,0–5,0
8	Số tia vây bụng	4	(i) 5,0 ± 0,0	5,0–5,0
9	Số tia vây đuôi	4	(i) 14,0 (i) ± 0,0	14,0–14,0
10	Số vây đường bên	4	28,3 ± 0,5	28,0–29,0
Tỷ lệ so với chiều dài chuẩn (%)				
11	Chiều dài đầu (HL)	4	30,9 ± 1,2	29,9–32,4
12	Chiều dài trước vây lưng	4	36,7 ± 1,0	35,3–37,6
13	Chiều dài: nắp mang – vây lưng	4	12,2 ± 0,7	11,6–13,0
14	Chiều dài: nắp mang – vây ngực	4	12,6 ± 0,3	12,2–13,0
15	Chiều dài tia cứng vây lưng	4	25,8 ± 3,0	22,0–28,7
16	Chiều dài gốc vây lưng	4	34,0 ± 2,2	32,2–37,2
17	Chiều dài tia cứng vây ngực	4	29,6 ± 2,0	28,0–32,3
18	Chiều dài tia cứng vây bụng	4	24,0 ± 2,1	21,9–26,1
19	Chiều dài tia cứng vây hậu môn	4	18,3 ± 2,1	16,3–20,6
20	Chiều dài gốc vây hậu môn	4	5,1 ± 0,4	4,7–5,6
21	Chiều dài cuống đuôi	4	28,3 ± 1,2	26,8–29,6
22	Chiều cao cuống đuôi	4	8,6 ± 0,4	8,2–9,1
23	Khoảng cách: vây lưng – vây bụng	4	19,6 ± 0,9	18,6–20,7
24	Khoảng cách: vây lưng – vây ngực	4	23,4 ± 0,7	22,4–23,9
25	Khoảng cách: vây lưng – vây hậu môn	4	29,1 ± 8,5	16,6–34,8
26	Khoảng cách: vây lưng – vây mỡ	4	15,6 ± 2,5	12,0–17,3
27	Chiều dài vây mỡ.	4	7,8 ± 0,6	7,0–8,5
28	Khoảng cách: vây mỡ - trên vây đuôi	4	12,9 ± 1,0	11,6–13,9
29	Khoảng cách: vây mỡ - dưới vây đuôi	4	17,4 ± 1,1	16,0–18,6
30	Khoảng cách: Vây mỡ - vây hậu môn	4	29,0 ± 8,1	23,9–41,1

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình ± SD	Min - Max
31	Chiều rộng ngực	4	26,0 ± 2,1	24,8–28,1
Tỷ lệ so với chiều dài đầu (%)				
32	Khoảng cách sau ổ mắt	4	40,4 ± 4,0	36,4–45,9
33	Đường kính ổ mắt	4	5,7 ± 0,9	4,7–6,7
34	Chiều dài mõm	4	54,3 ± 2,4	51,9–57,6
35	Chiều dài râu	4	29,8 ± 2,6	27,9–33,5
36	Chiều cao đầu	4	58,5 ± 1,1	57,3–60,0
37	Khoảng cách 2 mũi	4	16,5 ± 1,9	15,2–19,3
38	Khoảng cách 2 mắt	4	44,2 ± 2,6	41,8–47,8
39	Chiều dài răng hàm trước	4	11,0 ± 2,1	11,2–19,0
40	Chiều dài răng hàm sau	4	12,1 ± 2,2	10,1–18,0

Bảng 7.5: Các chỉ tiêu đo và đếm của cá Tỳ bà ở hồ Ea Kao (Đắk Lắk)

(N 12^o 36.855', E 108^o 02.822')

TT	Chỉ tiêu	N	Trung Bình ± SD	Min - Max
1	Chiều dài tổng (L _t), mm	22	213,4 ± 37,0	128,0–268,0
2	Chiều dài chuẩn (L _s), mm	22	158,2 ± 28,1	96,0–200,0
3	Khối lượng, g	22	78,5 ± 31,9	19,0–138,0
4	Khối lượng bỏ nội quan, g	22	63,7 ± 26,8	15,0–116,0
5	Số tia vây lưng	22	(II) 11,7 ± 0,6	10,0–12,0
6	Số tia vây hậu môn	22	(i) 4,0 ± 0,2	3,0–4,0
7	Số tia vây ngực	22	(I) 5,0 ± 0,0	5,0–5,0
8	Số tia vây bụng	22	(i) 5,0 ± 0,0	5,0–5,0
9	Số tia vây đuôi	22	(i) 14,0 (i) ± 0,0	14,0–14,0
10	Số vây đường bên	22	27,7 ± 1,0	26,0–30,0
Tỷ lệ so với chiều dài chuẩn (%)				
11	Chiều dài đầu (HL)	22	33,7 ± 2,9	26,7–41,9
12	Chiều dài trước vây lưng	22	40,8 ± 2,1	39,0–46,1
13	Chiều dài: nắp mang – vây lưng	22	13,2 ± 1,1	11,0–14,6
14	Chiều dài: nắp mang – vây ngực	22	14,6 ± 1,1	13,5–17,6
15	Chiều dài tia cứng vây lưng	22	25,7 ± 2,0	22,9–29,8
16	Chiều dài góc vây lưng	22	33,5 ± 1,1	31,0–34,8
17	Chiều dài tia cứng vây ngực	22	31,0 ± 2,1	27,4–33,7
18	Chiều dài tia cứng vây bụng	22	22,0 ± 2,2	18,2–24,2
19	Chiều dài tia cứng vây hậu môn	22	15,9 ± 2,0	10,7–17,8
20	Chiều dài góc vây hậu môn	22	5,0 ± 0,7	3,9–6,5
21	Chiều dài cuống đuôi	22	29,9 ± 1,5	28,4–33,5
22	Chiều cao cuống đuôi	22	8,7 ± 0,5	8,2–9,7

TT	Chỉ tiêu	N	Trung Bình \pm SD	Min - Max
23	Khoảng cách: vây lưng – vây bụng	22	20,9 \pm 1,8	17,0–23,2
24	Khoảng cách: vây lưng – vây ngực	22	26,4 \pm 1,4	24,9–29,7
25	Khoảng cách: vây lưng – vây hậu môn	22	33,4 \pm 1,1	31,8–35,4
26	Khoảng cách: vây lưng – vây mõ	22	13,3 \pm 0,8	12,0–14,8
27	Chiều dài vây mõ,	22	8,3 \pm 1,4	7,1–11,7
28	Khoảng cách: vây mõ - trên vây đuôi	22	13,7 \pm 1,1	12,3–16,1
29	Khoảng cách: vây mõ - dưới vây đuôi	22	17,7 \pm 2,1	15,0–22,2
30	Khoảng cách: Vây mõ - vây hậu môn	22	25,0 \pm 1,1	24,0–27,1
31	Chiều rộng ngực	22	27,1 \pm 2,2	25,1–29,1
Tỷ lệ so với chiều dài đầu (%)				
32	Khoảng cách sau ổ mắt	22	37,8 \pm 5,1	32,0–48,1
33	Đường kính ổ mắt	22	7,9 \pm 1,9	6,0–12,5
34	Chiều dài mõm	22	51,9 \pm 3,7	46,4–65,0
35	Chiều dài râu	22	24,9 \pm 3,8	19,9–34,3
36	Chiều cao đầu	22	59,6 \pm 5,2	51,5–73,0
37	Khoảng cách 2 mũi	22	16,8 \pm 1,9	14,3–22,5
38	Khoảng cách 2 mắt	22	45,7 \pm 3,5	39,7–57,1
39	Chiều dài răng hàm trước	22	11,1 \pm 2,0	10,4–19,6
40	Chiều dài răng hàm sau	22	12,0 \pm 1,9	11,8–18,0

Bảng 7.6: Các chỉ tiêu đo và đếm của cá Tỳ bà ở kênh dẫn nước từ sông Serepok 4 (Đắk Lắk) (N 12^o 48.992', E 107^o 51.052')

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình \pm SD	Min - Max
1	Chiều dài tổng (L_t), mm	14	167,0 \pm 88,3	93,0–344,0
2	Chiều dài chuẩn (L_s), mm	14	122,9 \pm 68,6	70,4–268,0
3	Khối lượng, g	14	77,9 \pm 122,6	5,0–369,0
4	Khối lượng bỏ nội quan, g	14	58,5 \pm 95,9	2,0–290,0
5	Số tia vây lưng	14	(II) 11,9 \pm 0,3	11,0–12,0
6	Số tia vây hậu môn	14	(i) 4,0 \pm 0,0	4,0–4,0
7	Số tia vây ngực	14	(I) 5,0 \pm 0,5	4,0–6,0
8	Số tia vây bụng	14	(i) 5,0 \pm 0,0	5,0–5,0

TT	Chỉ tiêu	N	Trung bình \pm SD	Min - Max
9	Số tia vây đuôi	14	(i) 13,9 (i) \pm 0,3	13,0–14,0
10	Số vây đường bên	14	27,7 \pm 1,3	25,0–29,0
Tỷ lệ so với chiều dài chuẩn (%)				
11	Chiều dài đầu (HL)	14	34,7 \pm 2,1	30,6–38,3
12	Chiều dài trước vây lưng	14	42,1 \pm 2,2	38,9–45,0
13	Chiều dài: nắp mang – vây lưng	14	13,5 \pm 1,9	10,2–16,4
14	Chiều dài: nắp mang – vây ngực	14	15,9 \pm 1,8	12,9–19,3
15	Chiều dài tia cứng vây lưng	14	27,2 \pm 3,1	22,9–32,7
16	Chiều dài gốc vây lưng	14	35,9 \pm 2,7	33,8–42,9
17	Chiều dài tia cứng vây ngực	14	29,5 \pm 2,8	25,8–34,5
18	Chiều dài tia cứng vây bụng	14	23,2 \pm 3,5	17,4–28,4
19	Chiều dài tia cứng vây hậu môn	14	19,0 \pm 2,2	16,6–23,2
20	Chiều dài gốc vây hậu môn	14	4,5 \pm 0,9	3,5–5,6
21	Chiều dài cuống đuôi	14	28,7 \pm 1,6	26,4–31,9
22	Chiều cao cuống đuôi	14	8,7 \pm 0,6	7,7–9,7
23	Khoảng cách: vây lưng – vây bụng	14	23,3 \pm 1,0	21,9–25,0
24	Khoảng cách: vây lưng – vây ngực	14	29,5 \pm 1,8	27,0–32,6
25	Khoảng cách: vây lưng – vây hậu môn	14	34,0 \pm 1,2	31,8–35,8
26	Khoảng cách: vây lưng – vây mỡ	14	11,9 \pm 2,1	8,3–14,8
27	Chiều dài vây mỡ,	14	7,5 \pm 0,9	6,1–9,0
28	Khoảng cách: vây mỡ - trên vây đuôi	14	11,8 \pm 2,1	7,9–15,1
29	Khoảng cách: vây mỡ - dưới vây đuôi	14	16,9 \pm 1,5	14,5–19,1
30	Khoảng cách: Vây mỡ - vây hậu môn	14	24,0 \pm 2,1	22,1–26,2
31	Chiều rộng ngực	14	25,1 \pm 2,8	23,2–28,6
Tỷ lệ so với chiều dài đầu (%)				
32	Khoảng cách sau ổ mắt	14	39,2 \pm 3,5	32,0–43,8
33	Đường kính ổ mắt	14	6,5 \pm 1,2	5,1–8,7
34	Chiều dài mõm	14	51,8 \pm 2,9	46,4–57,2
35	Chiều dài râu	14	22,0 \pm 4,5	14,1–28,3
36	Chiều cao đầu	14	63,8 \pm 4,6	54,7–69,8
37	Khoảng cách 2 mũi	14	17,5 \pm 4,7	12,8–29,2
38	Khoảng cách 2 mắt	14	44,3 \pm 2,4	41,1–48,9
39	Chiều dài răng hàm trước	14	10,2 \pm 1,8	8,1–19,0
40	Chiều dài răng hàm sau	14	14,0 \pm 2,0	12,1–17,3

Bảng 7.7: Các chỉ tiêu đo và đếm của cá Tỳ bà ở các thủy vực khác (N = 1)

TT	Chỉ tiêu	Thủy điện Đồng Nai-4 (N11⁰ 53.119' E107⁰43.798')	Hồ Ea Dar (Đắk Lắk) (N 12⁰ 48.209' E 108⁰ 29.729')	Hồ Cây Sung (Khánh Hòa) (N12⁰ 13.930' E108⁰58.907')
1	Chiều dài tổng (L _t), mm	410,0	270,0	96,3
2	Chiều dài chuẩn (L _s), mm	332,1	200,2	68,8
3	Khối lượng, g	600,0	190,0	5,0
4	Khối lượng bỏ nội quan, g	510,0	177,0	4,0
5	Số tia vây lưng	(II) 12,0	(II) 13,0	(II) 12,0
6	Số tia vây hậu môn	(i) 4,0	(i) 4,0	(i) 4,0
7	Số tia vây ngực	(I) 6,0	(I) 6,0	(I) 5,0
8	Số tia vây bụng	(i) 5,0	(i) 5,0	(i) 5,0
9	Số tia vây đuôi	(i) 14,0 (i)	(i) 14,0 (i)	(i) 14,0 (i)
10	Số vây đường bên	28,0	28,0	28,0
Tỷ lệ so với chiều dài chuẩn (%)				
11	Chiều dài đầu (HL)	28,6	34,2	31,4
12	Chiều dài trước vây lưng	38,61	38,6	39,2
13	Chiều dài: nắp mang – vây lưng	13,6	13,4	14,9
14	Chiều dài: nắp mang – vây ngực	23,5	15,4	13,7
15	Chiều dài tia cứng vây lưng	25,3	29,9	27,7
16	Chiều dài góc vây lưng	33,4	35,6	34,4
17	Chiều dài tia cứng vây ngực	30,4	33,9	28,5
18	Chiều dài tia cứng vây bụng	21,1	27,6	23,0
19	Chiều dài tia cứng vây hậu môn	16,9	18,8	14,7
20	Chiều dài góc vây hậu môn	5,1	4,7	3,6
21	Chiều dài cuống đuôi	31,6	26,4	28,2
22	Chiều cao cuống đuôi	8,4	9,9	8,8

TT	Chỉ tiêu	Thủy điện Đông Nai-4 (N11 ⁰ 53.119' E107 ⁰ 43.798')	Hồ Ea Dar (Đắk Lắk) (N 12 ⁰ 48.209' E 108 ⁰ 29.729')	Hồ Cây Sung (Khánh Hòa) (N12 ⁰ 13.930' E108 ⁰ 58.907')
23	Khoảng cách: vây lưng – vây bụng	18,4	23,2	17,8
24	Khoảng cách: vây lưng – vây ngực	23,2	27,3	26,3
25	Khoảng cách: vây lưng – vây hậu môn	12,7	34,6	29,6
26	Khoảng cách: vây lưng – vây mỡ	16,6	13,9	12,4
27	Chiều dài vây mỡ,	7,5	7,7	5,3
28	Khoảng cách: vây mỡ - trên vây đuôi	14,2	17,5	13,0
29	Khoảng cách: vây mỡ - dưới vây đuôi	20,2	18,8	17,2
30	Khoảng cách: Vây mỡ - vây hậu môn	21,1	23,9	25,2
31	Chiều rộng ngực	26,4	26,8	27,0
Tỷ lệ so với chiều dài đầu (%)				
32	Khoảng cách sau ổ mắt	42,1	38,3	54,2
33	Đường kính ổ mắt	26,3	12,2	23,3
34	Chiều dài mõm	54,7	55,4	59,3
35	Chiều dài râu	28,4	24,1	39,8
36	Chiều cao đầu	62,1	57,5	65,6
37	Khoảng cách 2 mũi	24,2	18,2	23,1
38	Khoảng cách 2 mắt	44,6	45,4	60,2
39	Chiều dài răng hàm trước	11,1	10,4	11,4
40	Chiều dài răng hàm sau	12,1	12,0	12,3

PHỤ LỤC 8

Bảng 8: Thông tin các mẫu có trình tự gửi ngân hàng Gen Bank (NCBI) của cá Tỳ bà *Pterygoplichthys* spp. ở miền Nam Việt Nam

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
01 KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Kênh Hạ - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	240	30.5	22.6	12°11'39.86"N, 109°9'47.77"E	12.04.2018	MN656203
02 KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Hạ - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	112	23.9	17	12°11'39.86"N, 109°9'47.77"E	12.04.2018	MN656204
03 KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Hạ - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	122	23.9	17.6	12°11'39.86"N, 109°9'47.77"E	12.04.2018	MN656205
04 KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Kênh Hạ - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	154	24.5	18.5	12°11'39.86"N, 109°9'47.77"E	12.04.2018	MN656206
05 KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Hạ - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	130	23.5	17.1	12°11'39.86"N, 109°9'47.77"E	12.04.2018	MN656207
06 KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Cái - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	234	29.6	23.5	12°15'43.27"N, 109°5'46.95"E	18.04.2018	MN656208
07 KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Cái - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	347	38.4	28.7	12°15'43.27"N, 109°5'46.95"E	18.04.2018	MN656209
08 KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Cái - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	398	40.7	30.5	12°15'43.27"N, 109°5'46.95"E	18.04.2018	MN656210
09 KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Cái - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	202	32.2	23.3	12°15'43.27"N, 109°5'46.95"E	18.04.2018	MN656211
10 PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Kênh Sông Ba (Tây Hòa) - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	125	24.4	18.7	12°59'32.42"N, 109°7'36.59"E	25.04.2018	MN656212
24 PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Kênh Hào Sơn - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	95	24.5	17.5	12°54'40.39"N, 109°22'29.79"E	27.04.2018	MN656213

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
25 PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Kênh Hào Sơn - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	95	22.5	16.6	12°54'40.39"N, 109°22'29.79"E	27.04.2018	MN656214
26 PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Kênh Hào Sơn - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	115	26.2	19.1	12°54'40.39"N, 109°22'29.79"E	27.04.2018	MN656215
31 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	610	42.4	33.6	11°6'52.20"N 107°3'23.17"E	09.05.2018	MN656216
32 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	460	32.5	26	11°6'52.20"N, 107°3'23.17"E	09.05.2018	MN656217
33 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	424	36	30	11°6'52.20"N, 107°3'23.17"E	09.05.2018	MN656218
34 ĐN	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	478	32	26	11°6'52.20"N, 107°3'23.17"E	09.05.2018	MN656219
35 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	350	34	26.3	11°6'52.20"N, 107°3'23.17"E	09.05.2018	MN656220
36 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Đồng Nai-ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	353	35.1	27.5	11°25'11.28"N, 107°25'45.88"E	11.05.2018	MN656221
37 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Đồng Nai-ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	263	32	24.5	11°25'11.28"N, 107°25'45.88"E	11.05.2018	MN656222
38 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Đồng Nai-ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	224	30.5	22.1	11°25'11.28"N, 107°25'45.88"E	11.05.2018	MN656223
39 ĐN	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Đồng Nai-ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	300	35.7	27	11°25'11.28"N, 107°25'45.88"E	11.05.2018	MN656224
40 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Đồng Nai-ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	480	42.1	31.5	11°25'11.28"N, 107°25'45.88"E	11.05.2018	MN656225

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
41 ĐN	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	158	24.1	20.2	11° 6'52.20"N, 107° 3'23.17"E	10.05.2018	MN656226
43 ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	523	35	29.4	11° 6'52.20"N, 107° 3'23.17"E	10.05.2018	MN656227
44 ĐN	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	500	27.5	23.2	11°6'52.20"N, 107°3'23.17"E	10.05.2018	MN656228
45 ĐN	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Hồ Trị An -ĐN	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	301	32.4	26.9	11°6'52.20"N, 107°3'23.17"E	10.05.2018	MN656229
47KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Dinh - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	284	36.1	24.8	12°29'42" N, 109°7'41" E	16.05.2018	MN656230
48KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Dinh - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	243	31	22.5	12°29'44.39"N, 109°7'41.14"E	16.05.2018	MN656231
49KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Dinh - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	188	30.1	19.9	12°29'44.39"N, 109°7'41.14"E	16.05.2018	MN656232
50KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Dinh - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	265	33.2	23.5	12°29'44.39"N, 109°7'41.14"E	16.05.2018	MN656233
52KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Dinh - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	171	28.5	20.3	12°29'44.39"N, 109°7'41.14"E	16.05.2018	MN656234
55KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Dinh - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	246	34	24.2	12°29'44.39"N, 109°7'41.14"E	16.05.2018	MN656235
74KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Am chúa -KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	420	35.5	27.8	12°17'26.16"N, 109°6'3.75"E	14.06.2018	MN656236
75KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Am chúa -KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	200	29.8	22.5	12°17'26.16"N, 109°6'3.75"E	14.06.2018	MN656237
76KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Am chúa -KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	170	29.8	22.6	12°17'26.16"N, 109°6'3.75"E	14.06.2018	MN656238
77KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Am chúa -KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	80	20.5	15.8	12°17'26.16"N, 109°6'3.75"E	14.06.2018	MN656239

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
78KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Am chúa -KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	79	22.7	16.8	12°17'26.16"N, 109°6'3.75"E	14.06.2018	MN656240
79KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Kênh Am chúa -KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	32	15.5	11.5	12°17'26.16"N, 109°6'3.75"E	14.06.2018	MN656241
80KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Kênh Am chúa -KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	23	14.4	10.4	12°17'26.16"N, 109°6'3.75"E	14.06.2018	MN656242
83PY	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Ty - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	104	23.9	17.2	12°56'33.54"N, 109°21'47.78"E	16.07.2018	MN656243
84PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ty - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	92	21.3	16	12°56'33.54"N, 109°21'47.78"E	16.07.2018	MN656244
85PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ty - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	83	22.3	15.1	12°56'33.54"N, 109°21'47.78"E	16.07.2018	MN656245
86PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ty - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	77	21	15.2	12°56'33.54"N, 109°21'47.78"E	16.07.2018	MN656246
87PY	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Ty - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	75	22.4	15.4	12°56'33.54"N, 109°21'47.78"E	16.07.2018	MN656247
88PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ty - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	84	21.2	15.5	12°56'33.54"N, 109°21'47.78"E	16.07.2018	MN656248
89PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ty - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	97	23	16.3	12°56'33.54"N, 109°21'47.78"E	16.07.2018	MN656249
98PY	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	442	39.2	28.7	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	17.07.2018	MN656250
99PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	391	37.4	27.9	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	17.07.2018	MN656251
100PY	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	346	36	26.5	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	17.07.2018	MN656252
101PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	238	32.8	23.9	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	17.07.2018	MN656253
103PY	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	154	27.4	20	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	17.07.2018	MN656254

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
105PY	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	282	34.5	25	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	17.07.2018	MN656255
106PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	272	32.8	24.3	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	18.07.2018	MN656256
108PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	184	30.1	22.4	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	18.07.2018	MN656257
111PY	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	560	41.9	32.3	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	18.07.2018	MN656258
113PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	555	41.1	34.8	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	18.07.2018	MN656259
124PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	160	29.6	21.7	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	18.07.2018	MN656260
127PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Bàu Sen – PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	213	28.1	20.5	13°0'26.45"N, 109°7'15.41"E	18.07.2018	MN656261
128PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Bàu Sen – PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	309	33	22.9	13° 0'26.45"N 109° 7'15.41"E	18.07.2018	MN656262
144PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba – PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	304	36.7	27	13° 0'48.67"N 109°11'11.68"E	18.07.2018	MN656263
148PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba – PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	225	33.2	24.4	13°0'48.67"N 109°11'11.68"E	18.07.2018	MN656264
149PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	194	32.1	24.2	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	18.07.2018	MN656265
152BĐ	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Côn - BĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	247	34.8	24.9	13°52'30.29"N, 109°6'54.67"E	21.07.2018	MN656266
153BĐ	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Côn - BĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	154	27.1	19.8	13°52'30.29"N, 109°6'54.67"E	21.07.2018	MN656267
154BĐ	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Côn - BĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	163	26.8	19.3	13°52'30.29"N, 109°6'54.67"E	21.07.2018	MN656268
155BĐ	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Côn - BĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	143	26.9	19.4	13°52'30.29"N, 109°6'54.67"E	21.07.2018	MN656269

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
161BĐ	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Sông Côn - BĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	114	25.8	18.9	13°52'30.29"N, 109°6'54.67"E	21.07.2018	MN656270
162PY	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Sông Ba - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	225	31.6	23	13°0'48.67"N, 109°11'11.68"E	22.07.2018	MN656271
164PY	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Bàu Sen - PY	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	152	27.2	19.6	13°0'26.45"N, 109°7'15.41"E	22.07.2018	MN656272
196ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Đar - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	513	38.2	26.5	12°48'5.21"N, 108°30'13.02"E	12.11.2018	MN656273
197ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	136	27.2	20	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656274
198 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	131	26.3	19	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656275
199 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	123	25.4	18	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656276
200 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	150	26.2	19.3	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656277
202 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	164	28.3	20.2	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656278
203 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	191	28.7	20.5	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656279
204 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	160	29.1	21.7	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656280
206 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	137	26.1	18.6	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656281
208 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	146	26.5	20.5	12°36'33.22"N, 108° 2'26.37"E	13.11.2018	MN656282
210 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	130	28	19.6	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656283
211 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kao - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	130	25.6	18.5	12°36'33.22"N, 108°2'26.37"E	13.11.2018	MN656284

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
217 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Tàu Hút - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	206	32	24.1	12°24'14.00"N, 108°4'44.00"E	14.11.2018	MN656285
218 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Tàu Hút - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	195	27	20.8	12°24'14.00"N, 108°4'44.00"E	14.11.2018	MN656286
219 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Tàu Hút – ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	155	25.5	20.5	12°24'14.00"N, 108°4'44.00"E	14.11.2018	MN656287
220 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Tàu Hút – ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	169	28	20.7	12°24'14.00"N, 108°4'44.00"E	14.11.2018	MN656288
221 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Tàu Hút – ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	116	23.5	18.7	12°24'14.00"N, 108°4'44.00"E	14.11.2018	MN656289
222 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Tàu Hút – ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	169	28.7	20.5	12°24'14.00"N, 108°4'44.00"E	14.11.2018	MN656290
223 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Tàu Hút – ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	171	27.7	21	12°24'14.00"N, 108°4'44.00"E	14.11.2018	MN656291
235 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Easup – ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	296	35.4	27.2	Market Easup	15.11.2018	MN656292
236 ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Easup – ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	253	32.5	24.5	Market Easup	15.11.2018	MN656293
237ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok - ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	547	40.8	31.5	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656294
238ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok – ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	603	44.1	32.8	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656295
239ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok – ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	465	38.6	29.4	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656296
240ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok – ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	382	39.2	28.6	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656297

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
241ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok – ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	412	38.8	29.1	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656298
242ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok – ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	470	41.5	30.6	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656299
243ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok – ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	279	33.5	24.6	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656300
244ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok – ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	291	34.6	25	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656301
245ĐN	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	River Serepok – ĐNo	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	266	33.4	24.2	12°36'42.95"N, 107°55'42.69"E	16.11.2018	MN656302
276ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Đar - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	322	33.4	24.2	12°48'5.21"N, 108°30'13.02"E	20.11.2018	MN656303
277ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Đar - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	316	38	24.8	12°48'5.21"N, 108°30'13.02"E	20.11.2018	MN656304
278ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kar - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	50	18.8	12.9	12°48'6.97"N, 108°26'32.03"E	20.11.2018	MN656305
279ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kar - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	65	19.5	13.8	12°48'6.97"N, 108°26'32.03"E	20.11.2018	MN656306
280ĐL	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Ea Kar - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	44	17.5	11.7	12°48'6.97"N, 108°26'32.03"E	20.11.2018	MN656307
281ĐL	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Ea Kar - ĐL	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	137	23.6	16.9	12°48'6.97"N, 108°26'32.03"E	20.11.2018	MN656308
282KH	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Cầu Lùng - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	193	30.9	23.1	12°15'13.70"N, 109°6'18.57"E	29.11.2018	MN656309
283KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Cầu Lùng - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	172	27.9	20.2	12°15'13.70"N, 109°6'18.57"E	29.11.2018	MN656310

Label	Species	Country	Location	Collector	Identifier	Weight, g	Total length, cm	Standard length, cm	Geographic coordinates, N, E	Date collection	GenBank, acc. no.
284KH	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Cầu Lùng - KH	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	348	39.5	29.5	12°15'13.70"N, 109°6'18.57"E	29.11.2018	MN656311
285BT	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Lake Hàm Thuận Bắc - BT	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	112	25	18.8	11°20'39.88"N, 107°54'12.15"E	09.12.2018	MN656312
286LĐ	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Lake Đại Ninh - LĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	310	34.8	25.6	11°37'49.74"N, 108°19'2.20"E	10.12.2018	MN656313
287LĐ	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Lake Đại Ninh - LĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	464	40	29.7	11°37'49.74"N, 108°19'2.20"E	10.12.2018	MN656314
288LĐ	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Viet Nam	Lake Đại Ninh - LĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	351	35.5	26.5	11°37'49.74"N, 108°19'2.20"E	10.12.2018	MN656315
289LĐ	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Lake Đại Ninh - LĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	288	35.3	25.2	11°37'49.74"N, 108°19'2.20"E	10.12.2018	MN656316
295 LĐ	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Viet Nam	Lake Đại Ninh - LĐ	Tran Duc Dien	Stolbunov Igor	145	28.5	19.1	11°37'49.74"N, 108°19'2.20"E	10.12.2018	MN656317

PHỤ LỤC 9

Bảng 9: Các thông số môi trường tại sông Dinh và hồ Suối Trâu

Thông số	Sông Dinh	Hồ Suối Trâu
Tọa độ (N, E)	12° 29,740' 109° 7,686'	12° 30,302' 109° 2,694'
Dạng thủy vực	Nước chảy	Nước tĩnh
Chiều dài (km)	53	-
Diện tích – Dung tích	916 km ²	(1,42 – 9,8) x 10 ⁶ m ³
Độ cao so với mực nước biển (m)	2	22
Độ sâu (m)	3 - 4	4 - 9
Tốc độ dòng chảy (m/s)	0,1 – 0,7	0
Nhiệt độ (°C)	25,4 – 32,9	25,4 – 32,9
pH	6,75 – 7,58	7,09 – 8,5
Độ mặn (‰)	0,04 – 0,05	0,0
Tổng chất rắn hòa tan, ppm	48 - 60	71 -100
Phốt pho tổng (µg/l)	45,9 – 75,9	49,7 – 65,3
Nitơ tổng (µg/l)	769 - 985	826 - 869
Áp suất không khí (mmHg)	757 - 758	760-761