

SỬ DỤNG CHỈ SỐ TỔ HỢP SINH HỌC IBI ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC KHU VỰC HẠ LƯU SÔNG THU BỒN, TỈNH QUẢNG NAM

USING THE INDEX OF BIOLOGICAL INTERGRITY IBI FOR ASSESSING THE WATER QUALITY OF THE THUBON LOWER RIVER IN QUANGNAM PROVINCE

Nguyễn Văn Khánh, Đàm Minh Anh, Trần Thị Hằng, Trương Phương Thanh

Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng; Email: vankhanhsk23@gmail.com

Tóm tắt - Hạ lưu sông Thu Bồn là một trong những thủy vực đang đứng trước nguy cơ ô nhiễm. Tuy nhiên, các phương pháp quan trắc lý hóa hiện nay đang thực hiện còn gặp nhiều hạn chế do ít tiếp cận thông tin về vấn đề sinh học. Ngày nay, giám sát sinh học được ghi nhận là một công cụ hiệu quả để đánh giá môi trường trong đó việc sử dụng chỉ số tổ hợp sinh học IBI với cá là sinh vật chỉ thị đã đạt được nhiều thành tựu trên thế giới. Bài báo này, chúng tôi sử dụng chỉ số tổ hợp sinh học IBI (Integrity Biological Index) đánh giá chất lượng nước khu vực hạ lưu sông Thu Bồn vào tháng 02 năm 2014. Kết quả nghiên cứu đã xác định được 13 bộ với 40 họ và 95 loài cá. Điểm số IBI dao động từ 38 đến 52 điểm tương ứng với chất lượng nước ở mức “khá sạch” đến mức “hơi bẩn”. Điều này chứng tỏ, môi trường nước ở hạ lưu sông Thu Bồn đang có dấu hiệu bị ô nhiễm.

Từ khóa - giám sát sinh học; IBI; cá; hạ lưu sông Thu Bồn; ô nhiễm.

1. Đặt vấn đề

Quảng Nam là tỉnh có mạng lưới sông ngòi dày đặc, trong đó Thu Bồn là một trong những sông nội địa có lưu vực lớn của Việt Nam. Tuy nhiên, thời gian qua các lưu vực sông Thu Bồn đặc biệt là vùng hạ lưu đang đứng trước nhiều nguy cơ gây ô nhiễm [1]. Chính vì vậy, cần có những giải pháp hỗ trợ nhằm đánh giá hiệu quả chất lượng môi trường nước, phục vụ cho công tác quản lý, bảo vệ nguồn nước.

Hiện nay, các hoạt động quan trắc môi trường chủ yếu dựa trên các chỉ tiêu hóa lý riêng lẻ, chỉ phản ánh được tình trạng thủy vực ngay tại thời điểm lấy mẫu, không đánh giá được những tác động lâu dài của môi trường nước đến hệ sinh vật thủy sinh [2]. Ngày nay, đánh giá chất lượng nước bằng các phương pháp sinh học được xem là phương pháp bổ sung hiệu quả giải quyết được những hạn chế của các phương pháp hóa lý [3]. Trong đó việc sử dụng chỉ số tổ hợp sinh học IBI với cá là sinh vật chỉ thị đã đạt được những thành công nhất định ở các nước trên thế giới [4], [5], [6], [7].

Phương pháp đánh giá chất lượng môi trường nước thông qua chỉ số tổ hợp sinh học IBI được phát triển bởi James R. Karr từ năm 1981 và đã được nghiên cứu ứng dụng rộng rãi ở các nước châu Âu, Bắc Mỹ và một số nước châu Á [5], [6], [7].

Tuy nhiên, tại Việt Nam các nghiên cứu còn rất hạn chế và chủ yếu tập trung tại các khu vực ở miền Bắc [8], [9]. Tại khu vực miền Trung chỉ mới ghi nhận nghiên cứu sử dụng chỉ số sinh học IBI đánh giá chất lượng nước sông Hàn tại thành phố Đà Nẵng [10].

Kết quả nghiên cứu của bài báo nhằm đánh giá chất lượng môi trường nước tại khu vực hạ lưu sông Thu Bồn bằng chỉ số tổ hợp sinh học IBI, tạo cơ sở khoa học cho

Abstract - The Thubon lower river is one of the basins that are at risk of contamination. The physical-chemical monitoring methods in use are still faced with limitations due to lack of access to biological information. Biomonitoring is now regarded as one of the effective tools for environmental assessment, in which using an index of biological integrity IBI combined with fish as a biological indicator has obtained many achievements in the world. In this paper, we use the IBI to assess the water quality of the Thubon lower river in February 2014. The research results have identified 95 species of fish which belong to 40 families and 13 orders. The IBI score ranges from 38 to 52 points, which corresponds to the water quality levels from “fairly clean water” to “slightly dirty water”. This proves that the water quality of the Thubon lower river is showing signs of contamination.

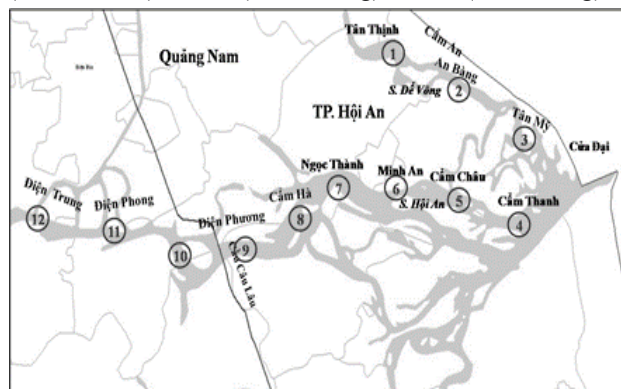
Key words - biomonitoring; fish; the Thubon lower river; Biological Integrity Index; contaminated.

việc xây dựng và hoàn thiện về mặt sinh học chương trình quan trắc môi trường tổng hợp của tỉnh Quảng Nam.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các loài cá phân bố tại vùng hạ lưu sông Thu Bồn, tỉnh Quảng Nam.

Đề tài tiến hành thu mẫu vào tháng 02 năm 2014 tại 12 khu vực nghiên cứu từ xã Điện Trung, huyện Điện Bàn đến phường Cẩm An, TP. Hội An, tỉnh Quảng Nam. Cụ thể: KV1 (Tân Thịnh), KV2 (An Bàng), KV3 (Tân Mỹ), KV4 (Cẩm Thanh), KV5 (Cẩm Châu), KV6 (Minh An), KV7 (Ngọc Thành), KV8 (Cẩm Hà), KV9 (Điện Phương), KV10 (cầu Cầu Lâu), KV11 (Điện Phong), KV12 (Điện Trung)



Hình 1. Sơ đồ các vị trí nghiên cứu

Mẫu cá được thu bằng cách đánh bắt trực tiếp cùng ngư dân và được cố định bằng cồn 70°, dán nhãn riêng và lưu giữ tại phòng thí nghiệm. Định loại các loài cá theo các tài liệu phân loại của Vương Dì Khang [13], Nguyễn Văn Hào [14], Mai Đình Yên [14], W.J.Rainboth [15]. Trình tự các bộ, họ, giống, loài được sắp xếp theo hệ thống phân loại của Eschmeyer W.T (2005) [17], chuẩn tên loài theo tài

liệu của FAO (1998) [18].

Xác định điểm số IBI dựa trên hệ thống bảng điểm gồm ma trận 12 chỉ số của James. Karr đã sửa đổi (1986) [19] và cải tiến về hệ thống điểm số của Nguyễn Kiêm Sơn (2000) [10] để sử dụng phù hợp tại Việt Nam. Đánh giá điểm số IBI theo thang điểm xấu (1 điểm), trung bình (3 điểm), tốt (5 điểm). Chỉ số tổ hợp sinh học IBI được xác định dựa vào 3 tiêu chí: thành phần cấu tạo quần xã, cấu trúc dinh dưỡng, cấu trúc chức năng, mức độ phong phú về loài và điều kiện môi trường sống. Trong đó, các chỉ số 1, 4, 5, 10, 11 và 12 được tính dựa trên số mẫu thực tế đã thu và số loài đã xác định. Các chỉ số còn lại được thống kê và tính toán dựa trên các nguồn tài liệu khác nhau, kết hợp với số liệu điều tra, khảo sát thực địa [9].

Điểm số IBI được tính theo tổng điểm được cho bởi 12 chỉ số. Dựa vào tổng điểm tiến hành đánh giá chất lượng thủy vực theo 9 mức độ [10].

Bảng 1. Bảng xếp loại chi tiết điểm số IBI và chất lượng nước (Nguyễn Kiêm Sơn 2000 [10])

Tổng số điểm	Xếp loại
57-60	Nước rất sạch
53-56	Nước sạch
48-52	Nước khá sạch
45-47	Nước tương đối sạch
39-44	Nước tương đối bẩn
36-38	Nước hơi bẩn
28-35	Nước bẩn
24-27	Nước bẩn nặng
<23	Nước rất bẩn

Bảng 2. Hệ thống điểm số sử dụng chỉ số tổ hợp sinh học IBI (Nguyễn Kiêm Sơn, 2000 [10])

Các chỉ số	Thang điểm		
	5 điểm	3 điểm	1 điểm
1. Tổng số loài cá	> 14	9 – 14	< 9
2. Số loài cá đáy – gần đáy	> 7	4 – 7	< 4
3. Số loài cá nổi – tầng nước	> 7	4 – 7	< 4
4. Số loài cá bống, đục	> 2	1 – 2	0
5. Số loài cá trơn, không vây (lươn, trê...)	> 2	1 – 2	0
6. Số loài nhảy cảm	> 2	1 – 2	0
7. % Số loài cá ăn tạp	< 35	35 – 60	> 60
8. % Số cá thể ăn ĐVKXS, côn trùng	> 50	25 – 50	< 25
9. % Số cá thể dừ ăn ĐVCXS (loài ăn cá)	> 5	1 – 5	< 2
10. Tổng số cá thể	> 40	20 – 40	< 20
11. % Số cá thể lai tạp, ngoại nhập	< 2	1 – 8	> 8
12. % Số cá thể bị bệnh, dị tật	< 2	2 – 5	> 5

3. Kết quả nghiên cứu và khảo sát

3.1. Cấu trúc thành phần loài cá khu vực hạ lưu sông Thu Bồn

Qua 2 đợt thu mẫu với 12 khu vực nghiên cứu tại khu vực hạ lưu sông Thu Bồn đề tài đã xác định được được 95 loài cá, 40 họ và 13 bộ.

Ở mỗi hệ sinh thái, cấu trúc thành phần loài cá được sắp

xếp trong họ, bộ luôn khác nhau tạo nên tính đặc trưng riêng. Hạ lưu sông Thu Bồn đổ ra biển ở cửa Đại có sự giao thoa giữa hai dòng nước ngọt và mặn. Do vậy, cấu trúc thành phần loài cá thể hiện rất rõ về tính đa dạng trong các bậc taxon họ, loài (Bảng 3).

Về bậc taxon họ, trong tổng số 13 bộ, đa dạng nhất vẫn là bộ cá Vược (Perciformes) với 23 họ chiếm 57,50%. Tiếp đến là Bộ cá Trích (Clupeiformes), Bộ cá Chình (Anguilliformes), Bộ cá Mang Liền (Synbranchyformes), Bộ cá Nheo (Siluriformes), Bộ cá Nóc (Tetraodontiformes) cùng có 2 họ chiếm 5,00 %; các bộ còn lại có 1 họ, chiếm tỉ lệ thấp.

Bảng 3. Số lượng và tỉ lệ các họ, loài có trong các bộ

STT	BỘ	HỌ	%	LOÀI	%
1	Bộ cá Thát lát – Osteoglossiformes	1	2,50	1	1,05
2	Bộ cá Cháo biển – Elopiformes	1	2,50	1	1,05
3	Bộ cá Chình – Anguilliformes	2	5,00	3	3,16
4	Bộ cá Trích – Clupeiformes	2	5,00	6	6,32
5	Bộ cá Chép – Cypriniformes	1	2,50	9	9,47
6	Bộ cá Nheo – Siluriformes	2	5,00	6	6,32
7	Bộ cá Nhái – Beloniformes	1	2,50	1	1,05
8	Bộ cá Suốt – Atheriniformes	1	2,50	1	1,05
9	Bộ cá Đoi – Mugiliformes	1	2,50	6	6,32
10	Bộ cá Mang liền – Synbranchyformes	2	5,00	2	2,11
11	Bộ cá Vược – Perciformes	23	57,50	53	55,79
12	Bộ cá Bơn – Pleuronectiformes	1	2,50	2	2,11
13	Bộ cá Nóc – Tetraodontiformes	2	5,00	4	4,21
	TỔNG SỐ	40	100	95	100

Về bậc Taxon loài, phong phú nhất là bộ cá Vược (Perciformes) với 53 loài chiếm 55,79 %, tiếp theo là bộ cá Chép (Cypriniformes) với 9 loài chiếm 9,47 %, bộ cá Trích (Clupeiformes), bộ cá Nheo (Siluriformes), bộ cá Đoi (Mugiliformes) với 6 loài chiếm tỉ lệ 6,32 %. Các bộ còn lại chiếm tỉ lệ thấp từ 1 đến 4 loài.

Thành phần các taxon bậc loài, bậc họ chiếm số lượng lớn trong bộ cá Vược (Perciformes) và các loài cá nước mặn phân bố lên rất cao tại các khu vực Điện Phương, Điện Trung chứng tỏ sự mặn hóa của vùng hạ lưu sông Thu Bồn. Điều này có thể giải thích do việc thu mẫu tiến hành vào mùa khô, khi đó nước sông xuống thấp trong khi nước triều dâng cao, tạo điều kiện cho nước mặn xâm nhập sâu vào vùng hạ lưu sông.

So sánh với công trình nghiên cứu về thành phần loài cá vùng hạ lưu sông Thu Bồn của tác giả Vũ Thị Phương Anh, Võ Văn Phú (2010) [12] cho thành phần loài cá trong nghiên cứu này thấp hơn. Nhìn chung, thành phần loài cá thuộc các sông thuộc khu vực hạ lưu sông Thu Bồn có mức đa dạng cao. Các dữ liệu sinh học được thể hiện đầy đủ trong cấu trúc dinh dưỡng, cấu trúc quần xã, hệ sinh thái. Chính vì vậy, sử dụng chỉ số tổ hợp sinh học IBI để đánh giá chất lượng môi trường nước tại khu vực hạ lưu sông Thu Bồn mang tính khả thi cao, phản ánh đầy đủ cấu trúc hệ sinh thái.

3.2. Đánh giá chất lượng môi trường nước thông qua chỉ số tổ hợp sinh học IBI

Chất lượng môi trường nước được phản ánh đầy đủ, tổng quát thông qua các dữ liệu sinh học trong quần xã cá tại vùng hạ lưu sông Thu Bồn. Chỉ số tổ hợp sinh học IBI xác định dựa vào 3 tiêu chí: thành phần cấu trúc quần xã, cấu trúc dinh dưỡng, cấu trúc chức năng, mức độ phong phú về loài và điều kiện môi trường sống để đánh giá mức độ nhiễm bẩn. Kết quả phân tích cho thấy (Bảng 4), điểm số IBI dao động từ 38 đến 52, số loài cá thu được dao động từ 12 đến 25. Nhóm các khu vực có điểm số IBI cao gồm: khu vực 4 – Cẩm Thanh (50 điểm); khu vực 10 - chân cầu Câu Lâu (50 điểm); khu vực 11 - cách cầu Câu Lâu 500m (52 điểm); khu vực 12 - Điện Trung (52 điểm)

Các khu vực 3 (Tân Mỹ), khu vực 5 (phường Cẩm Châu), khu vực 6 (phường Minh An), khu vực 7 (phường Cẩm Hà) là nhóm các khu vực có điểm số IBI khá thấp so với các khu vực còn lại, dao động từ 38 đến 44 điểm. Có thể nhận thấy, các khu vực có điểm số IBI thấp hầu hết đều nằm trong khu đô thị cổ Hội An.

Dựa vào hệ thống điểm số IBI và bảng điểm đánh giá chất lượng môi trường nước của Karr và cs (1986) [19] và Nguyễn Kiên Sơn (2000) [10] tiến hành xếp loại chất lượng môi trường nước của các khu vực nghiên cứu theo 9 mức độ.

Bảng 4. Điểm số IBI và kết quả xếp loại chất lượng nước tại khu vực nghiên cứu.

Khu vực	Số loài	IBI	Xếp loại
KV1	25	48	Khá sạch
KV2	17	46	Tương đối sạch
KV3	20	42	Tương đối bẩn
KV4	25	50	Khá sạch
KV5	16	44	Tương đối bẩn
KV6	12	38	Hơi bẩn
KV7	19	44	Tương đối bẩn
KV8	19	42	Tương đối bẩn
KV9	20	48	Khá sạch
KV10	18	50	Khá sạch
KV11	20	52	Khá Sạch
KV12	21	52	Khá sạch

Kết quả xếp loại chất lượng nước cho thấy điểm số IBI dao động từ 38 đến 52 điểm tại các khu vực nghiên cứu tương ứng với chất lượng nước ở mức từ “khá sạch” đến “hơi bẩn”.

Các khu vực nghiên cứu thuộc lưu vực sông Đê Vông có

chất lượng nước dao động từ mức “khá sạch” đến mức “tương đối bẩn”. Khu vực 1 (Tân Thịnh) có chất lượng nước ở mức “khá sạch” trong suốt thời gian nghiên cứu. Tân Thịnh nằm về phía đầu nguồn của sông Đê Vông, cách xa khu vực phố cổ Hội An, nên ít chịu những tác động ô nhiễm do chất thải sinh hoạt và du lịch tại đô thị cổ gây ra. Riêng khu vực 3 (Tân Mỹ) có chất lượng nước ở mức “tương đối bẩn”. Thời gian thu mẫu được tiến hành vào mùa khô là mùa cao điểm xây dựng nên khu vực chịu tác động bởi những công trình xây dựng lớn (xây dựng các khu tái định cư Tân Mỹ, Phước Thịnh ven sông tại làng chài Cẩm An). Chính những nguyên nhân đó đã làm giảm diện tích sông, thải ra một lượng lớn các chất thải xây dựng làm ảnh hưởng và gây xáo động môi trường sống của các loài cá.

Đối với sông lưu vực Hội An riêng tại khu vực 4 (xã Cẩm Thanh) nằm gần cửa sông nên có khả năng tự làm sạch cao, dễ dàng trao đổi nước và khuếch tán các chất ô nhiễm nên nhìn chung khu vực xã Cẩm Thanh có chất lượng ở mức “khá sạch” trong quá trình nghiên cứu.

Một số khu vực tại sông Hội An đã có dấu hiệu ô nhiễm như tại khu vực 5 (phường Cẩm Châu); và khu vực 7 (chợ cá Cẩm Hà) cùng có chất lượng nước ở mức “tương đối bẩn”. Đặc biệt tại khu vực 6 (phường Minh An) có chất lượng nước thấp nhất ở mức “hơi bẩn”.

Qua kết quả đánh giá, tại các khu vực có chất lượng nước thấp có tổng số loài cá thu được ít hơn so với các khu vực còn lại, cấu trúc dinh dưỡng bị mất cân đối thể hiện ở sự gia tăng đáng kể của các loài ăn tạp. Đây là dấu hiệu sinh học cho thấy chất lượng nước tại khu vực đang suy giảm [19].

Khu vực sông Hội An chảy qua phường Cẩm Châu, phường Minh An và phường Cẩm Hà tiếp nhận lượng lớn chất thải từ các hoạt động du lịch, dân sinh. Riêng kênh Chùa Cầu tại phường Minh An là một điểm nóng ô nhiễm tại đô thị cổ Hội An, tiếp nhận gần 8.590 m³ nước thải phát sinh từ hoạt động của hàng trăm khách sạn, nhà hàng trên địa bàn và hơn 8.310 m³ nước thải sinh hoạt của người dân khu vực nội thị, hầu hết đều chưa qua xử lý và đổ trực tiếp ra sông Hội An [1]. Bên cạnh đó, tại chợ cá Cẩm Hà, các chất thải từ chợ, hoạt động chế biến thủy sản đã làm chất lượng nước tại khu vực đang có dấu hiệu xuống cấp [1]. Chính những nguyên nhân trên đã tác động xấu đến chất lượng môi trường nước, qua đó ảnh hưởng tiêu cực đến mức độ quần tụ cũng như cấu trúc sinh thái của quần xã cá.

Các khu vực còn lại như khu vực 9 (xã Điện Phương), khu vực 10 (cầu Câu Lâu), khu vực 11 (Điện Phong) và khu vực 12 (xã Điện Trung) đều ổn định ở mức “nước khá sạch”. Tuy nhiên vẫn không có khu vực đạt đến mức “sạch” hay “rất sạch”. Môi trường nước ở các khu vực này ít nhiều đã bị tác động bởi các nguồn thải khác nhau từ khu công nghiệp Điện Nam - Điện Ngọc, nước sông Vĩnh Điện tiếp nhận nước thải từ khu công nghiệp sau đó theo dòng chảy đổ vào hệ thống sông Thu Bồn tại vị trí cầu Câu Lâu. Bên cạnh đó, vùng thượng nguồn bị cắt nhỏ thành nhiều đoạn rời rạc bởi các công trình thủy điện, gây đổi chiều dòng chảy tự nhiên, cắt đứt vòng đời sinh sản của nhiều loài cá.

Nhìn chung, kết quả nghiên cứu cho thấy, chất lượng nước tại khu vực hạ lưu sông Thu Bồn đã có dấu hiệu ô nhiễm, đặc biệt tại các khu vực nằm ở đô thị cổ Hội An

(phường Cẩm Châu, phường Minh An, phường Cẩm Hà). Các khu vực còn lại có chất lượng nước ở mức “tương đối sạch” và “khá sạch”.

Từ kết quả xếp loại chất lượng nước dựa vào chỉ số tổ hợp sinh học IBI cho thấy đây là một phương pháp đánh giá được chất lượng môi trường nước một cách toàn diện, thể hiện các tác động tổng hợp của các nhân tố khác nhau lên môi trường nước, được phản ánh trung thực qua cấu trúc sinh học của quần xã cá sống trong thủy vực.

4. Kết luận

Qua nghiên cứu tại các lưu vực sông thuộc hạ lưu sông Thu Bồn, đã xác định được 13 bộ với 40 họ và 95 loài, cấu trúc dinh dưỡng và ổ sinh thái khác nhau. Mặc dù có sự suy giảm về số lượng và thành phần loài nhưng khu hệ cá vùng hạ lưu sông Thu Bồn vẫn có sự phong phú về các bậc taxon. Các dẫn liệu sinh học về cá khá tại khu vực khá phong phú, vì vậy đánh giá toàn vẹn hệ sinh thái môi trường nước bằng chỉ số tổ hợp sinh học là thuận lợi và cần thiết.

Đánh giá chất lượng nước tại khu vực nghiên cứu bằng chỉ số tổ hợp sinh học IBI cho thấy điểm số dao động từ 38 đến 52, tương ứng với chất lượng nước từ mức “hoi bẩn” đến “khá sạch”. Như vậy, chất lượng nước khu vực hạ lưu sông Thu Bồn đã có dấu hiệu ô nhiễm, đặc biệt tại các khu vực nằm trong đô thị cổ Hội An có chất lượng nước ở mức “hoi bẩn” và “tương đối bẩn”. Hầu hết các khu vực còn lại có chất lượng nước dao động ở mức “tương đối sạch” và “khá sạch”.

Phương pháp sử dụng chỉ số tổ hợp sinh học cho phép nhìn nhận môi trường dưới góc độ tổng thể, phản ánh các tác động tổng hợp của các nhân tố khác nhau lên chất lượng môi trường nước. Bước đầu sử dụng chỉ số sinh học IBI đã đạt được những thành công nhất định. Vì vậy cần mở rộng thêm nhiều nghiên cứu để khẳng định hiệu quả của việc sử dụng chỉ số IBI trong đánh giá chất lượng nước. Đề xuất chỉnh sửa hệ thống bảng điểm để phương pháp này ngày càng hoàn thiện hơn, tạo cơ sở cho việc ứng dụng bổ sung với phương pháp phân tích lý hóa trong công tác quan trắc môi trường tại tỉnh Quảng Nam và khu vực Miền Trung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Trung tâm quan trắc môi trường – Tổng cục môi trường, Kết quả quan trắc quốc gia vùng kinh tế trọng điểm miền Trung năm 2010-2013.
- [2] Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải (2007), *Cơ sở thủy sinh học*, NXB

Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Hà Nội.

- [3] Lê Văn Khoa và cs (2007), *Chỉ thị sinh học môi trường*, NXB Giáo dục.
- [4] Kwang Guk An et al. (2005), The Development of New Fish Monitoring Methodology and Its Application for National Stream Health Assessments in Korea, National Institute of Environmental Research.
- [5] Mebane et al. (2003), “An Index of Biological Integrity (IBI) for Pacific Northwest Rivers”, *Transactions of the American Fisheries Society*, 132 (1), pp. 239-261.
- [6] Clint M. Porter et al. (1998), “Central Oklahoma Bioassessment Study: Evaluation of Stream Health by Using Fish and Macroinvertebrate Communities as Biological Indicators”, *Oklahoma Academy of Science*, 80(2), pp. 61-70.
- [7] Robert C. Shinn, Jr. Commissioner (2000), 2000 Fish IBI Summary Report, State of New Jersey Christine Todd Whitman, Governor.
- [8] Dương Văn Long (2011), Đa dạng sinh học về cá và mối quan hệ của chúng với chất lượng môi trường nước Sông Hồng thuộc địa phận thành phố Hưng Yên, Huyện Kim Động, tỉnh Hưng Yên, *luận văn thạc sĩ khoa học trường Đại học Khoa học Tự nhiên*, Đại học quốc gia Hà Nội.
- [9] James R. Karr (1981), “Biology Intergrity: A long-neglected aspect of water resource management”, *Ecological Applications*, 1(1), pp. 66-84.
- [10] Nguyễn Kiêm Sơn (2000), “Đánh giá môi trường nước bằng chỉ số tổ hợp sinh học IBI và chỉ số đa dạng sinh học dựa vào thành phần loài cá thu được ở Sông Nhuệ và Sông Tô Lịch”, *Hội thảo quốc gia về Sinh thái và Tài nguyên sinh vật lần thứ nhất*.
- [11] Nguyễn Văn Khánh và cs (2002) “Sử dụng chỉ số tổ hợp sinh học IBI đánh giá chất lượng môi trường nước sông Hàn thành phố Đà Nẵng”, *Hội nghị khoa học trẻ toàn quốc lần thứ 4*, tr. 186 – 192.
- [12] Vũ Thị Phương Anh, Võ Văn Phú (2010), *Thành phần các loại cá sông Thu Bồn-Vu Gia tính Quảng Nam*, Trường Đại học Khoa học Huế.
- [13] Vương Dĩ Khang (1994), *Ngư loại phân loại học*, NXB Khoa kỹ - Vệ sinh Thương Hải (sách dịch), Nguyễn Bá Mão dịch.
- [14] Nguyễn Văn Hào (2005), *Cá nước ngọt Việt Nam*, Tập 2 và Tập 3, Nhà xuất bản Nông Nghiệp, Hà Nội.
- [15] Mai Đình Yên (1978), *Định loại cá nước ngọt các tỉnh phía Bắc Việt Nam*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [16] W.J.Rainboth (1996), *Fishes of the Cambodian Mekong*.
- [17] Eschermayer (2005), *Catalogue of Fish, Volume 1, 2 & 3*, Genus of Fish Species, California Academy of Sciences, California, USA.
- [18] FAO (1998), *Catalogue of Fish, Volume 1, 2 & 3*, Genus of Fish Species, California Academy of Sciences, California, USA.
- [19] James R. Karr (1981), “Biology Intergrity: A long-neglected aspect of water resource management”, *Ecological Applications*, 1(1), pp. 66-84.
- [20] James R Karr et al. (1986), “Assessment of biotic integrity using fish communities”, *Fisheries*, 6(6), pp. 21- 27.

(BBT nhận bài: 14/09/2014, phản biện xong: 26/10/2014)