

TCVN 7220-2: 2002

**CHẤT LƯỢNG NƯỚC –
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG NƯỚC THEO CHỈ SỐ SINH HỌC –
PHẦN 2: PHƯƠNG PHÁP DIỄN GIẢI CÁC DỮ LIỆU SINH
HỌC THU ĐƯỢC TỪ CÁC CUỘC KHẢO SÁT GIUN TRÒN
(*Nematoda*) VÀ ĐỘNG VẬT KHÔNG XƯƠNG SỐNG Ở ĐÁY
CỔ TRUNG BÌNH (ĐVĐTĐB)**

*Water quality – Water quality assessment by use of biological index –
Part 2: Methods of interpretation of biological data from surveys of the
nematodes and benthic meio-invertebrates*

HÀ NỘI – 2002

Lời nói đầu

TCVN 7220-2: 2002 do Tiểu ban kỹ thuật Tiêu chuẩn TCVN / TC 147/ SC1 "Phương pháp sinh học" biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ ban hành.

Chất lượng nước – Đánh giá chất lượng nước theo chỉ số sinh học – Phần 2: Phương pháp diễn giải các dữ liệu sinh học thu được từ các cuộc khảo sát giun tròn (*Nematoda*) và động vật không xương sống ở đáy cỡ trung bình (ĐVĐTĐB)

Water quality – Water quality assessment by use of biological index –

Part 2: Methods of interpretation of biological quality data from surveys of the nematodes and benthic meio-invertebrates

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp diễn giải các dữ liệu sinh học thu được từ các cuộc khảo sát Giun tròn và động vật không xương sống đáy cỡ trung bình (từ đây viết tắt là ĐVĐTĐB) từ các sông để đánh giá chất lượng nước sông và các dòng chảy.

Tiêu chuẩn này áp dụng cho các họ giun tròn nước ngọt và nước lợ, ngoài ra tiêu chuẩn cũng có thể được sử dụng cho các họ khác của ĐVĐTĐB gặp ở các thủy vực nội địa Việt Nam

Chú thích – Phụ lục A đưa ra các hướng dẫn về thực hiện việc so sánh các hệ thống phân loại khác nhau khi đã có sự phân loại chất lượng sinh học của nước sông bằng cách sử dụng động vật không xương sống đáy cỡ trung bình.

2 Tiêu chuẩn viện dẫn

TCVN 7220 -1: 2002 Chất lượng nước – Đánh giá chất lượng nước theo chỉ số sinh học – Phương pháp lấy mẫu giun tròn và động vật không xương sống ở đáy cỡ trung bình (ĐVĐTĐB) tại các vùng nước nông bằng dụng cụ lấy mẫu định lượng.

TCVN 5993:1995 (ISO 5667-3), Chất lượng nước – Lấy mẫu - Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu.

3 Thuật ngữ và giải thích

Tiêu chuẩn này áp dụng các thuật ngữ đã cho trong các tiêu chuẩn TCVN 5993:1995 (ISO 5667), TCVN 7220-1: 2002 và các thuật ngữ sau:

3.1 Hệ thống quan trắc sinh học (của Việt Nam) [Biological Monitoring Working Party (BMWP)

VIETNAM]

Hệ thống điểm sử dụng cho các chỉ số sinh học đối với động vật không xương sống đáy cỡ lớn (ĐVĐCL) của Việt Nam.

3.2 Chỉ số trung bình (Average score per taxon) ASPT

Chỉ số sinh học được sử dụng để đánh giá chất lượng môi trường nước bằng thang 5 cấp.

3.3 Chỉ số sinh học [Biological Index (BI)]

Chỉ số thể hiện sự phong phú, mức độ tương đồng, mức độ đa dạng, tỷ lệ giữa nhóm loài (cá thể) chỉ thị trên tổng số họ (cá thể), ưu thế của các loài tại từng điểm nghiên cứu của quần xã không xương sống đáy cỡ lớn (ĐVĐCL) và quần xã không xương sống ở đáy cỡ trung bình (ĐVĐTB) [Theo TCVN 7220 -1: 2002].

3.4 Phần mềm thống kê PRIMER-V

Một chương trình thống kê được dùng trong nghiên cứu sinh thái học, đặc biệt là sinh thái học các thủy vực, nghiên cứu quá trình ô nhiễm của các tác động nhân tạo lên các hệ sinh thái sông hồ, ven biển (xem phụ lục B).

4 Phân loại

4.1 Giới thiệu

Để đánh giá chất lượng nước sông qua các dữ liệu sinh học thu được từ các cuộc khảo sát quần xã giun tròn và các động vật không xương sống ở đáy trung bình khác ở các vùng, dòng nước chảy, các dữ liệu thu được từ địa điểm khảo sát (dữ liệu quan sát được) được đem so sánh với một tập hợp dữ liệu đối chứng. Dữ liệu đối chứng thể hiện cho quần xã tự nhiên dự kiến sẽ tìm thấy tại địa điểm khi ở đó chỉ có các tác động tự nhiên và không có các tác động nhân tạo hoặc tác động nhân tạo được coi là không đáng kể. Sự phân loại chất lượng nước phải dựa trên sự khác biệt giữa dữ liệu quan sát được và dữ liệu đối chứng.

4.2 Dữ liệu quan sát được

Bộ dữ liệu quan sát được phải dựa theo các bộ sưu tập (bộ vật mẫu) động vật đáy không xương sống meio sử dụng các phương pháp lấy mẫu tiêu chuẩn như đã mô tả trong các TCVN 7220-1: 2002 (phương pháp lấy mẫu định lượng giun tròn và ĐVĐTĐ).

4.3 Dữ liệu đối chứng

Dữ liệu đối chứng cần được sắp xếp theo thứ tự thành một tập hợp hoặc là kết hợp của các cách sau:

- a) Khi có sẵn các số liệu trước đây về điều kiện tự nhiên của địa điểm khảo sát thì phải sử dụng những số liệu đó;
- b) Khi các địa điểm tương tự chưa bị tác động đã được khảo sát thì dùng dữ liệu dự đoán trước về quần xã cho các địa điểm đang nghiên cứu. Hệ thống dự đoán này có thể là một sự so sánh trực tiếp đơn giản với các địa điểm chưa bị tác động trong cùng lưu vực hoặc khu vực có thể so sánh được. Các dự đoán phức tạp hơn có thể dựa vào các cơ sở dữ liệu quốc gia của các địa điểm chưa có các tác động nhân tạo hoặc các tác động nhân tạo được coi là không đáng kể và kết hợp với các chương trình máy tính (ví dụ như dự đoán động vật không xương sống của sông và hệ thống phân loại^[12,13]);
- c) Khi một qui trình tính toán giá trị chỉ số tương ứng với mức tác động đã được lập ra và có hiệu lực áp dụng mà qui trình này đã xem xét đến bộ dữ liệu đối chứng hoặc nguyên lý của các điều kiện đối chứng thì phải sử dụng nó (ví dụ chuẩn hoá toàn cầu các chỉ số ô nhiễm^[14] Saprobien^[15]).

Các điều kiện đối chứng có thể không phù hợp để làm đối tượng quản lý, trong trường hợp chúng được sử dụng để phân loại nhằm mục đích so sánh.

4.4 Chỉ số

Để đo mức của một tác động cụ thể, phải sử dụng chỉ số sinh học hoặc thang điểm số được lập ra theo cách đặc biệt để ước tính tác động đó^[17,34]. Tác động được đánh giá rộng rãi nhất thông qua sử dụng quần xã động vật không xương sống đáy trung bình là tác động của ô nhiễm hữu cơ và nhiều điểm số và chỉ số đã được xác lập ra để đánh giá loại tác động này^[2,3,5,18]. Tại nhiều quốc gia đang có sự gia tăng việc sử dụng chỉ số ĐVĐTĐ để đánh giá các tác động khác, ví dụ như tốc độ dòng, thay đổi nền đáy và sự phú dưỡng nước^[16, 34, 38].

Khi chưa có các thang điểm hay chỉ số quốc gia đối với một tác động cụ thể thì nên lập ra và sử dụng phương pháp sau: một nhóm chuyên gia quốc gia đưa ra cho từng đơn vị phân loại một giá trị phản ánh sự chống đỡ và chịu đựng đối với tác động^[12,13,]; giá trị này cũng cần xem xét đến sự phong phú của đơn vị phân loại và tính phù hợp của nó như là một chỉ thị^[6,15, 38] (xem chú thích 1 dưới đây). Sau đó, chỉ số địa điểm được dẫn xuất ra bằng cách dùng giá trị chấp nhận được cho cấp phân nhóm loài đã tìm thấy

tại địa điểm đó và có thể được thể hiện ra bằng số điểm tổng cộng hoặc số điểm trung bình cho mỗi đơn vị phân loại ^[6,11,12,13,14,15]. Khuyến nghị rằng nên sử dụng bậc phân loại ban đầu là Họ; nếu cần phân biệt hơn thì dùng đến giải pháp cao hơn là Giống hoặc Loài.

Chú thích 1 - Có thể so sánh một cách trực tiếp danh mục đơn vị phân loại trong các dữ liệu đã quan sát được với dữ liệu đối chứng, bằng cách sử dụng chỉ số so sánh quần xã ^[19]. Nếu giữa hai bộ dữ liệu không có các khác biệt đáng kể thì chúng tỏ là không có các tác động nhân tạo. Sự chênh lệch giữa hai bộ dữ liệu tại hai điểm chỉ ra rằng đã có các tác động nhân tạo. Các dạng tác động có thể được điều tra ra bằng cách sử dụng các chỉ số đặc thù (ví dụ chỉ số ô nhiễm hữu cơ, chỉ số axit, v.v). Sự hiểu biết về các đặc tính sinh thái học của đơn vị phân loại cũng có thể chỉ ra các tác nhân gây tác động. Số lượng các đơn vị phân loại bị hụt đi có thể cũng chứng tỏ tính trầm trọng của một tác động.

4.5 Phân loại /Chia cấp chất lượng giun tròn và ĐVĐTĐ

Phải lập ra một sự phân loại bằng cách so sánh các dữ liệu quan sát được với các dữ liệu đối chứng. Khi sử dụng các chỉ số, thì phải tính toán các chỉ số hoặc điểm số riêng cho các dữ liệu quan sát được và dữ liệu đối chứng. Sau đó, phải tính toán sự chênh lệch giữa các chỉ số hay các điểm số đối chứng và quan sát được. Hệ thống phân loại phải dựa trên sự chênh lệch giữa số liệu quan sát được và điểm số đối chứng; sự chênh lệch này được xem xét và biểu hiện mức độ của tác động và được thể hiện bằng tỷ số quan sát và đối chứng.

Vì còn chưa có hệ thống phân loại quốc gia nên cần lập một số bảng phân loại với năm dải chất lượng động vật không xương sống đáy trung bình, đặc biệt là số họ của nhóm giun tròn và chỉ số H', W của chúng, nhằm thể hiện sự tăng mức độ của các tác động như cho ở các bảng 1, 2, 3.

Bảng 1 – Phân loại theo mức độ phong phú của giun tròn và động vật không xương sống ở đáy cỡ trung bình theo thang 5 cấp

Phân loại chất lượng động vật không xương sống ở đáy cỡ trung bình	Giải thích
Rất tốt	Quần xã quan sát được tương đương hoàn toàn hoặc gần như hoàn toàn với điều kiện của nơi không có các tác động nhân tạo hoặc các tác động nhân tạo được coi là không đáng kể (không bị xáo trộn).
Tốt	Có các thay đổi nhỏ trong quần xã được quan sát khi so sánh với quần xã đối chứng
Trung bình	Thành phần của quần xã được quan sát không giống ở mức trung bình so với quần xã đối chứng. Các nhóm chính bị thiếu khi so sánh với các nhóm trong danh mục phân loại của quần xã đối chứng.
Xấu	Thành phần của quần xã được quan sát không giống ở mức đáng kể so với quần xã đối chứng. Nhiều nhóm bị thiếu so với các nhóm trong danh mục phân loại của quần xã đối chứng.
Rất xấu	Quần xã được quan sát bị suy giảm trầm trọng khi được so sánh với quần xã đối chứng. Chỉ các nhóm phân loại có khả năng sống trong điều kiện cực kỳ bị xáo trộn là có mặt.

Bảng 2 - Bảng điểm so sánh Tổng họ ĐVĐTĐ và giun tròn

Tổng số họ trong 1 điểm thu mẫu	Thang điểm				
	1	2	3	4	5
Tổng số họ ĐVĐTĐ	10	10 -19	20 - 29	30 - 40	> 40
Tổng số họ Nematoda	1 - 6	7-13	14 - 18	19 - 25	> 25
% ưu thế của một họ giun tròn hoặc của một họ ĐVĐTĐ	> 85	> 70 - 85	> 55 - 70	40 - 55	< 40
Chú thích - 1: Ô nhiễm nặng; 2. Ô nhiễm; 3. Ô nhiễm nhẹ; 4. Chưa bị ô nhiễm, và 5. Không ô nhiễm					

Bảng 3 - Xếp hạng chất lượng nước theo Chỉ số đa dạng sinh học H'

Chỉ số đa dạng sinh học H'	Chất lượng nước
< 1	Ô nhiễm nặng
1 - 2	Ô nhiễm
> 2 - 3	Ô nhiễm nhẹ
> 3 – 4, 5	Chưa bị ô nhiễm
> 4,5	Không ô nhiễm

Cần phải ghi lại những địa điểm không tìm thấy Giun tròn cũng như động vật không xương sống đáy trung bình do vì thủy vực có chất lượng nước bị ô nhiễm nặng và không còn sinh vật nào sống được.

Cấp trên cùng của bảng 1 thể hiện điều kiện của thủy vực không có các tác động tự nhiên hay nhân tạo đáng kể hoặc các tác động đó được coi là không đáng kể. Các cấp còn lại của bảng 1 cho thấy mức tăng dần của các tác động nhân tạo. Cấp trên cùng phải có đủ đại diện của các họ ĐVĐTB để thoả mãn tính thay đổi tự nhiên của các quần xã. Cần phải ước lượng sự thay đổi xảy ra một cách tự nhiên bằng sự quan sát các địa điểm đối chứng và/hoặc bằng kỹ thuật dự đoán trước. Các cấp chất lượng còn lại cần được chia thành bốn phần để chỉ ra sự gia tăng của tác động nhân tạo.

Bảng 2 thể hiện mức độ tác động tự nhiên hay nhân tạo tại thủy vực nghiên cứu được coi là tác động mạnh hoặc các tác động đó được coi là không đáng kể và thể hiện qua số họ, mức ưu thế của giun tròn hoặc ĐVĐTB tại thời điểm lấy mẫu. Các cấp chỉ số đa dạng H' của bảng 3 cho thấy mức tăng dần của các tác động nhân tạo thể hiện qua sự giảm dần giá trị của chỉ số sinh học.

Có thể dùng phần mềm PRIMER -V để tính các chỉ số sinh học H', d, J' λ và chỉ số tác động môi trường.

Chú thích – Nếu sự thay đổi tự nhiên tạo ra chất lượng giun tròn và động vật không xương sống đáy trung bình, thuộc vào cấp chất lượng cao mà cấp này là phần chính của bảng phân loại thì các phân cấp trong các cấp còn lại không cần phải diễn giải nữa vì lúc đó các phân cấp này không được coi là còn có tác động nhân tạo.

Phụ lục A

(tham khảo)

Phương pháp luận để so sánh phân loại

A.1 Xem xét chung

Việc thực nghiệm so sánh cho phép thực hiện sự chuyển đổi giữa các cấp phân loại mà không cần lấy mẫu và phân tích dữ liệu của cấp phân loại vào thời điểm cần so sánh. Việc so sánh phải được thực hiện giữa các chỉ số và/hoặc điểm số hơn là giữa các phân loại. Sự so sánh điểm số/ chỉ số chỉ phù hợp khi các dữ liệu đã là đúng cho đầy đủ các địa điểm lấy mẫu. Nếu mối quan hệ giữa các chỉ số được thiết lập bằng sử dụng kỹ thuật hồi qui^[22] thì sự chuyển đổi lẫn nhau giữa các phân loại mới có thể thực hiện được.

Chú thích - Các chỉ số có thể được lập ra theo cùng cách thức nhưng các phân loại hiện có có thể được lập ra bằng cách sử dụng các triết lý khác nhau. Cách thức khác nhau của việc qui định các cấp chất lượng của động vật không xương sống đáy cỡ trung bình, có thể tạo ra sự khác thường nếu phân loại được so sánh ở mức Cấp chứ không phải là ở mức Chỉ số. Tương tự như vậy, rắc rối có thể nảy sinh trong khi so sánh, khi các phân loại sử dụng các điều kiện đối chứng khác nhau được so sánh.

Chỉ các chỉ số dùng để đánh giá cùng một khía cạnh của tác động nhân tạo là được so sánh với nhau. Ví dụ, Chỉ số ô nhiễm Saprobien^[15], Hệ thống điểm quan trắc sinh học BMWP - chỉ số (ASPT)^[13] và Chỉ số đa dạng sinh học H', Chỉ số tác động môi trường W^[38] có thể làm nổi bật sự ô nhiễm hữu cơ và vì thế là phù hợp cho việc so sánh.

Thực hiện việc so sánh các chỉ số bằng cách sử dụng các dữ liệu đã sưu tầm được cho đủ toàn bộ phạm vi của mỗi cấp trong phân loại đang được xem xét và từ đó các cấp phân loại được định ra. Khi có các dữ liệu từ tất cả các cấp/chất lượng của tất cả các hệ thống đang được so sánh thì phải được sử dụng chúng trong việc so sánh.

Khi tiến hành so sánh nhiều hơn hai chỉ số hoặc điểm số thì mỗi chỉ số/điểm số cần được so sánh với chỉ số đơn hoặc điểm số đơn (điểm số/chỉ số đường cơ sở): không nên tạo ra một bảng ma trận của tất cả các so sánh có thể^[38]. Ngoài ra còn khuyến cáo rằng điểm số đường cơ sở phải là những điểm có sai số lấy mẫu và phân tích nhỏ nhất

Cần phải so sánh bằng cách lấy mẫu ở từng địa điểm, dùng tất cả các phương pháp lấy mẫu tương ứng với chỉ số đang được so sánh. Điều quan trọng là các mẫu được lấy cùng thời gian trong năm và từ cùng loại sinh cảnh, nếu không thì các biến đổi theo mùa hoặc các thay đổi của vi sinh cảnh sẽ làm tăng mức độ biến đổi giữa các bộ dữ liệu. Lấy mẫu phân tầng, đúng thời gian (theo mùa) và theo loại sinh cảnh (các chỗ nông, đáy sông, v.v) làm giảm tính đa dạng và vì vậy, làm tăng bậc thống kê^{[22][38]}.

A.2 Xem xét thống kê

Cần phải cẩn thận khi lựa chọn và sử dụng nhiều chỉ số sinh cảnh trong nghiên cứu quan trắc sinh học. Các chỉ thị ô nhiễm đặc trưng có thể rất hữu ích để phát hiện ra sự cải thiện của chất lượng sinh cảnh vì chỉ số hay điểm số sẽ thay đổi khi một đơn vị phân loài đơn lẻ của Họ (ví dụ BMWP^[13]) hoặc biên độ pH (ví dụ điểm số axit hoá)^[18] được lưu lại như là giá trị hiện tại. Ví dụ, nếu sử dụng các phương pháp phân hạng theo điểm số để quan trắc sự xuống cấp của sinh cảnh thì sự thay đổi thực tế trong đa dạng của các loài Giun tròn và động vật không xương sống đáy trung bình (ĐVĐTB) có thể xảy ra trước khi chuyển đổi điểm số- đặc thù cho địa điểm, phát ra tín hiệu bị tác động^{[24] [38]}. Việc sử dụng chỉ số H', W^[38] và BMWP^[13] để tính toán tỷ số giữa dữ liệu quan sát được và dữ liệu đối chiếu đã cho thấy rằng các phép thử nghiệm có ý nghĩa thống kê có thể làm rõ sự khác biệt giữa các địa điểm hoặc tại một địa điểm đã cho trong mọi thời gian^[23].

Về các phép thử thống kê: cần phải cẩn thận khi ứng dụng các phép thử về thông số đối với nhiều chỉ số sinh cảnh. Tiến hành thử bằng cách sử dụng các qui trình ngẫu nhiên đang là một phương pháp thay thế thông dụng hơn.

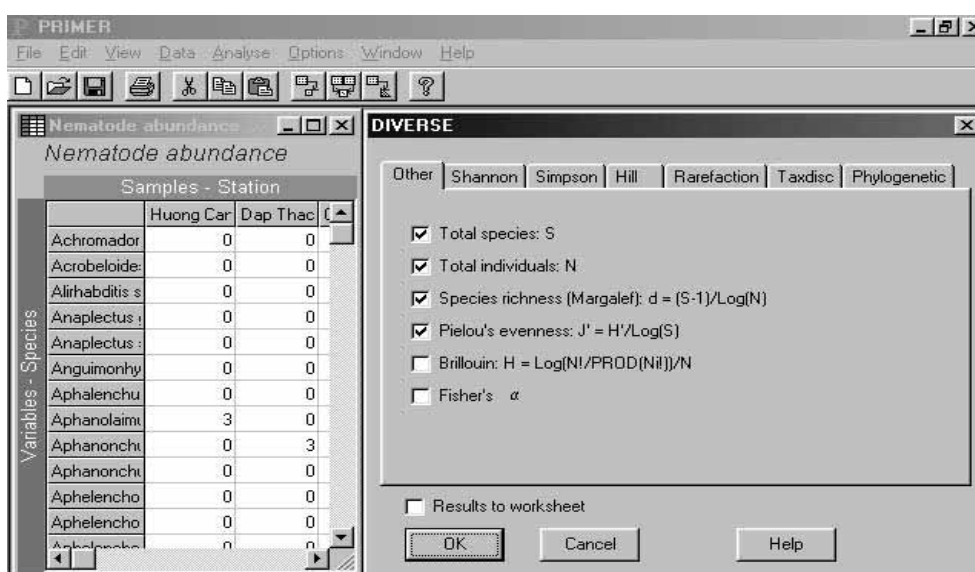
Phụ lục B

(tham khảo)

Ví dụ về giao diện của phần mềm PRIMER-V

Phần mềm PRIMER-V là một chương trình thống kê được dùng trong nghiên cứu sinh thái học, đặc biệt là sinh thái học các thuỷ vực, nghiên cứu quá trình ô nhiễm của các tác động nhân tạo lên các hệ sinh thái sông hồ, ven biển. Đây là công cụ đắc lực phục vụ sinh quan trắc môi trường trên thế giới hiện nay.

Phần mềm PRIMER-V dùng để tính các chỉ số sinh học H' , d , J' và chỉ số tác động môi trường W .



Đây là một trong những phần mềm được sử dụng rộng rãi trong các nghiên cứu khoa học về biển, về các hệ sinh thái nước nội địa và cũng là một trong những công cụ hữu hiệu nhất hiện nay trong sinh quan trắc và giám sát ô nhiễm môi trường nước bề mặt nội địa và vùng nước cửa sông ven biển. Phần mềm PRIMER-V hiện đang được nhóm các chuyên gia hàng đầu về Đánh giá ô nhiễm môi trường biển của Liên Hợp Quốc sử dụng chính thức trong phương pháp quan trắc và giám sát môi trường nước.

Giới thiệu về phương pháp nghiên cứu của phần mềm PRIMER

Các lệnh cơ bản thường sử dụng của phần mềm PRIMER

Phần mềm PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) bao gồm một dãy tổ hợp, hình ảnh và các biến số, sử dụng để phân tích các loài trong mẫu (hoặc sinh khối, phân bố, sự có mặt/vắng mặt các loài...) điều này nảy sinh trong monitoring các thông số của tác động môi trường và nghiên cứu cơ bản sâu hơn về hệ sinh thái quần xã, cùng với các dữ liệu về hoá - lý kèm theo. Phương

pháp này lập ra giả định dạng dữ liệu và tập trung vào các phương pháp kỹ thuật để hiểu và giải thích. Sự thiết thực này làm cho phần mềm PRIMER có khả năng áp dụng rộng rãi trong việc diễn giải các mô hình quần xã. Phương pháp này có độ tin cậy cao hơn và đó là lý do tại sao phương pháp này được áp dụng rộng rãi trên thế giới (thông qua phần mềm PRIMER phiên bản 4 trong môi trường DOS), đặc biệt là trong nghiên cứu về khoa học biển nhưng cũng đang được áp dụng tăng cường trong các nghiên cứu về vùng triều, môi trường nước ngọt, và các phạm vi nghiên cứu khác. Phần mềm này dựa trên phương pháp thống kê để giải thích bằng thuật ngữ phi toán học được kết hợp với 'phương pháp phân loại thủ công' (Clarke KR, Warwick. RM: Sự biến động trong quần xã biển). Chương trình phần mềm này cũng là kết quả từ nhiều nguồn tài liệu nghiên cứu, Ví dụ: ảnh hưởng của tràn dầu, thải bỏ mùn thải dàn khoan, các chất ô nhiễm từ cống thành phố đến động vật đáy sống trong lớp bùn mềm, sự biến động hoặc ảnh hưởng của thời tiết lên các rạn san hô, hoặc các loài cá, các mô hình cơ bản về quần xã sinh thái và đa dạng sinh học, v.v. Các dữ liệu phong phú này đã được đưa vào chương trình thành các "gói dữ liệu" để sao cho người sử dụng có thể sao chép sự phân tích có từ chương trình để dùng cho quá trình phân tích thủ công.

Các lệnh cơ bản của phần mềm: phân loại xấp xỉ theo nhóm mẫu hoặc loài (CLUSTER), phân loại bằng theo thang đa chiều (MDS) và theo thành phần loài chính (PCA), sử dụng giả thuyết cơ số hoán vị (ANOSIM), tính tương tự của biến động đồng nhất (ANOVA) để tổng kết mô hình thành phần loài và các biến môi trường, thử nghiệm các giả thuyết cho thấy sự khác nhau giữa các nhóm (multivariate) của các lần lấy mẫu, địa điểm, xử lý thực nghiệm khác nhau, v.v... ; Phần mềm này cũng cung cấp sự mô tả giữa hai nhóm mẫu được quan sát để xác định các loài chính (SIMPER), mối liên hệ của các mẫu sinh cảnh đến sự thay đổi đồng nhất của môi trường (BIO-ENV); thử nghiệm so sánh (Matel-Type) trên các tổ hợp mẫu đồng nhất (RELATE); các chỉ số tiêu chuẩn về tính đa dạng; loài chủ yếu; sự phân bố phong phú của loài; tập hợp các mảng dữ liệu cho phép phân tích số liệu ở mức phân loại cao hơn;

Các lệnh mới thường sử dụng trong phiên bản PRIMER - V

Sự tích hợp hoàn toàn trong môi trường WINDOWS chuẩn cho phép: dễ dàng thao tác với dữ liệu và kết quả, ví dụ: xuất nhập dữ liệu từ bảng tính Excel hoặc từ các chương trình khác (bao gồm các tệp dữ liệu của phiên bản PRIMER 4); khả năng xem và thao tác dữ liệu trên màn hình từ các tệp dữ liệu và đồ thị thu được trong nhiều cửa sổ; xuất ra các định dạng tệp mà WINDOWS hiểu được như các tệp *.wmf hoặc *.bmp (hình ảnh đồ họa) và các tệp *.rtf (văn bản ký tự) và in ra bằng máy in WINDOWS chuẩn; tính linh hoạt trong chỉ định các phân tích; tính đặc thù cho các nhóm nhỏ dữ liệu và định nghĩa cấu trúc nhóm cho thử nghiệm và hiển thị; khả năng quản lý thiết lập địa chỉ hoá dữ liệu lớn (không giới hạn lượng bộ nhớ cấp phát nhưng đối tượng cấp phát bộ nhớ phải nằm trong khả năng sẵn có của bộ nhớ do windows quản lý và theo kênh chính, thời gian ràng buộc - không cần tất cả các tham số và phương pháp hoán vị cơ sở, chương trình có thể tính toán một khối lượng lớn công việc).

Thêm vào đó là giao diện WINDOWS mới với nhiều tính năng được thêm vào so với phiên bản PRIMER trước: lựa chọn các biểu đồ, đồ thị rất linh hoạt và dễ dàng với các đồ thị trong không gian 2 chiều MDS

(cho đồ thị điểm, xoay chuyển đồ thị đơn giản) và đồ thị trong không gian 3 chiều, đồ thị tán xạ các thay đổi của môi trường; và các hoành đồ cho thử nghiệm thống kê phân bố hoán vị. Chương trình cũng có một vài lệnh phân tích mới: BVSTEP - một qui trình so sánh đại cương hoá BIO-ENV và có thể được sử dụng, ví dụ tìm 'các loài có số lượng áp đảo'; 2STAGE là thẻ thứ 2 trong MDS thiết lập giữa các nhóm phân loại có thể mường tượng (theo cách đó cho phép tính tổng của các hình đơn giản, hiệu quả của việc sử dụng các dữ liệu biến đổi khác nhau và các mức phân loại khác nhau) một nhóm mở rộng của chỉ số đa dạng sinh học;v,v.

Tài liệu tham khảo

- [1] NEWMAN P.J. Classification of surface water quality. Review of the schemes used in EC Member States. Heinemann, Oxford, 1988.
- [2] ROSENBEG D.M. and RESH V.H. Freshwater biomonitoring and benthic macro-invertebrates. Chapman and Hall, London, 1993.
- [3] METCALFE J.L. Biological water quality assessment of running water based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. *Environment Pollution*, 60, pp. 101 - 139, 1989.
- [4] BRITAIN J.E and SAITVEIT S.J. *The use of macroinvertebrates in watercourse monitoring*. Vann 1-84, pp. 116-122, 1984 (in Norwegian).
- [5] DE PAUW N. , GHETTI P.F., MANZINI P. and SPAGGIANI R. Biological assessment methods for running waters. In: River water quality , Ecological assessment and control, 1992
- [6] ON M 6232. Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern 2sprachige Fassung. (Guidelines for the ecological study and assessment of water, bilingual edition).
- [7] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, *Fauna aquatica austriaca, katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs*; Moog O.(ed). Univ. für Bodenkultur, Abt. Hydrobiol., Fischereiwirtschaft und Aquakultur, 1995.
- [8] Environment Agency Assessing Water Quality - General Quality Assessment (GQA) scheme for Biology. Environment Agency, Bristol, UK, 1997.
- [9] KNOBEN R.A.E., ROOS C. and VAN OIRSCHOT M.C.M. *Biological Assessment methods for watercourse*. Vol. 3, UN/ECE Task Force on Monitoring and Assessment Vol. 3, RIZA, Lelystad, 1995.
- [10] UN/ECE Task Force on Monitoring and Assessment Guidelines on water quality monitoring and assessment of transboundary river. RIZA, Lelystad, 1996.
- [11] REIJNEN R., HARMS W.B., FOPPEN R.P.B., DE VISSER R. and WOLFERT H.P. Ecological networks in river rehabilitation scenarios : A case study for the Low Rhine, *Rhine-Econet Report No. 58*, RIZA, Lelystad, 1995 .
- [12] Wright J.F., FURSE M.T., and ARMITAGE P.D. Use of macroinvertebrate communities to detect environment stress in running water. In: Water quality and stress indicators in marine and freshwater systems: linking levels of organisation, Sutcliffe D.W. (ed). Freshwater Biological Association, pp. 15-34, 1994.
- [13] River Water Quality: the 1980 survey and future outlook. National Water Council, London, 1981.

- [14] Agency de l'eau, Ministere de l'Environnement, Conseil Superieur de la Peejche, Indice biologique global normalise (IBGN) - NF T 90-350 - Cahier technique. Gay Environnement, 1995.
- [15] DIN 38410 Teil 2, Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Biologisch-okologische Gewasseruntersuchung des Saprobienindex (M2),1991.
- [16] PEETER E.T.H.M., GARDENIERS J.J.P. and TOLKAMP H.H. New method to assess the ecological status of surface waters in the Netherlands. Part 1: Running waters. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25, pp. 1914-1916, 1994.
- [17] JOHNSON R.K. The indicator concept in freshwater biomonitoring. In: *Chironomids (from genes to ecosystems)*. \Cranston P. (ed). SCIRO, Canberra, pp. 11-26, 1995.
- [18] HELLAWELL J.M. Biological indicators for freshwater pollution and environmental management. Elsevier, London and New York, 1988.
- [19] METCALFE-SMITH J.L. Biological water-quality assessment of rivers: Use of macroinvertebrate communities. In: *The rivers Handbook: hydrological and ecological principles* Vol. 2, Calow P. and petts G.E. (eds), Blackwell, Oxford, 1994.
- [20] WALLEY W.J. and HAWKERS H.A. A computer-based reappraisal of Biological Monitoring Working Party scores using data from the 1990 River Quality Survey of England and Wales. *Water Research*, 30, pp. 2086-2094, 1996.
- [21] PEETERS E.T.H.M. and GARDENIES J.J.P. Logistic regression as a tool for defining habitat requirements of two common gammarids. *Freshwater Biology*, 39, pp. 605-615, 1998.
- [22] SOKAL R.R. and ROHLF F.J. Biometry, the principles and practice of statistics in biological research. 3rd adn., W.H. Freeman, New York, 1995.
- [23] National rivers authority *Biological assessment methods: Controlling the quality of biological data*. National river authority, Bristol, UK, 1995.
- [24] JOHNSON R. Personal communication.
- [25] Nguyen Xuan Quynh, Mai Dinh Yen, Clive Pinder & Steve Tilling, (2000). Biological surveillance of freshwater, using macroinvertebrates. Hanoi, 2000
- [26] Holme, N. A. & McInture, A. D., (1971). Methods for the study of marine benthos. *IBP Handbook N.16. Oxford: Blackwell*
- [27] Metcalfe. J. L (1989). Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities history and present status in Europe.*Environmental Pollution*, 60: 101-139

TCVN 7220 - 2:2002

- [28] Leska S. Fore, Kit Pausen & Kate O'Laughlin, (2001). Assessing the performance of volunteers in monitoring streams. *Freshwater biology* N.46: 109-123
- [29] Rosenbeg D. M. & Resh V. H.(1930). Freshwater biomonitoring and benthic macro-invertebrates. Chapman and Hail, London
- [30] Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, Dương Đức Tiến, Mai Đình Yên (2002). Thủy sinh học các thủy vực nước ngọt nội địa Việt Nam 399tr.
- [31] Lê Trình (2000). Đánh giá tác động môi trường phương pháp và ứng dụng. NXBKHK. 247 tr.
- [32] Nguyễn Ngọc Châu, Nguyễn Vũ Thanh. (1993). Phương pháp mới tách giun tròn từ đất và mô thực vật . Những thành tựu KHKT đưa vào sản xuất. N 1: 41-45
- [33] Standard Methods for examination of Water and Wastewater 19th Edition 1995. U.S. EPA
- [34] Manual of Methods in aquatic environmental research FAO/ 324. 1992
- [35] Biodiversity assessment program in the Western and Pacific and Asian Region Protocol manual volume 3. 6th Edition. IBOY-DIWPA-2001. Japan
- [36] TCVN 5993 :1995 (ISO 5667 - 3: 1985) Chất lượng nước - Lấy mẫu - Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu.
- [37] TCVN 5993 :1995 (ISO 5667 - 3: 1985) Chất lượng nước - Lấy mẫu - Hướng dẫn lập chương trình lấy mẫu.
- [38] Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation KR clarke RM Warwick 1994
-

TCVN

VIETNAM STANDARD

TCVN 7220-2 : 2002

**WATER QUALITY – WATER QUALITY ASSESSMENT
BY USE OF BIOLOGICAL INDEX –
PART 2: METHODS OF INTERPRETATION OF
BIOLOGICAL DATA FROM SURVEYS OF THE
NEMATODES AND MEIO-BENTHOS**

HA NOI – 2002

TCVN 7220-2: 2002

Foreword

TCVN 7220 – 2: 2002 is prepared by Technical committee TCVN / TC 147/ SC1 " Biological method" submitted by the Directorate for Standards and Quality (STAMEQ) and approved by Ministry of Science and Technology (MOST).

This English version of Vietnam standard gives the equivalent items and meanings in English language.

However, only the items and its meanings in Vietnamese language can be considered as Vietnam standard.

Water quality – Water quality assessment by use of biological index –

Part 2: Methods of interpretation of biological data from surveys of the nematodes and meio – benthos

1. Scope

This Vietnam standard gives methodological interpretation of the biological data from surveys of the nematodes and meio-benthos (here in after abbreviated as Meio) for water quality assessment of rivers and other running waters.

This standard is applicable to all accessible aquatic freshwater and brackish water nematodes in river, running currents and estuaries of all inland water of Vietnam.

NOTE: Annex A gives guidance on the comparison of different classification systems when there has been the classification of river biological quality using Meio.

2. Normative reference

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this Vietnam standard

TCVN 7220 - 1: 2002 Water quality - Water quality assessment by use of biological index. Part 1: Method of use of quantitative samplers for Nematodes and benthic meio-invertebrates on substrata in shallow freshwaters.

TCVN 5993: 1995 (ISO 5667 - 3) Water quality - Sampling - Guidance on the preservation and handling of samples.

3. Interpretation

For the purpose of this part of TCVN 7220, the terms and definitions given in TCVN 5993: 1995 (ISO 5667) and TCVN 7220-1: 2002 and the following apply:

TCVN 7220-2: 2002

3.1. BMWP - Biological Monitoring Working Party

The Biological Monitoring Working Party (**BMWP^{VIETNAM}**) is a system of biological family's index or score of macro-invertebrates characterized for macro-invertebrates of Vietnam waterbodies.

3.2. ASPT - Average score per taxa

ASPT - Average score per taxa means a biological average index used for the assessment of the water quality and categorized in five levels

3.3. Bio-Index (BI)

Bio-Index (BI) means a biological index designed to evaluate the stress, by which it showed a level of the abundance and similarity or the diversity between each group in terms of the total families at every investigating site of meio-invertebrate communities. (Adapted from TCVN 7220-1: 2002)

3.4 The PRIMER-V Statistical Software

A readily designed computer's statistical software for aquatic ecological research, it especially used for study on water ecosystems and man-made pollution of river water and impact of this pollution on the river/lake ecosystems or coastal ecosystems (see annex B).

4. Classification

4.1. Introduction

To evaluate stress using data from surveys of meio-benthos and nematode communities in running waters, the data from the site (the observed data) should be compared with a set of reference data. The reference data represent the expected natural community that would be found at the site, when only natural stresses are present and man-made stresses are absent or considered to be insignificant. A classification of sites is based on the disparity between observed data and reference data.

4.2. Observed data

The observed data set should be based on collections of meio-benthos and nematodes using standard sampling methods as described in TCVN 7220-1: 2002

4.3. Reference data

It is recommended that reference data be collected in one or a combination of the following ways:

- a) Where historical records exist for the site in its natural condition these should be used (e.g. AMOEBA^{11} system).

- b) Where similar unstressed sites have been surveyed, the data from these should be used to predict the community for the sites under investigation. The prediction system can be a simple direct comparison with unstressed sites in the same catchment or a comparable region. More complex predictions can be based on national databases of sites where man-made stress is absent or considered to be insignificant and associated computer programs (e.g. River Invertebrate Prediction and Classification System ^{12,13}).
- c) Where a procedure has been devised and validated that calculates an index value relevant to the level of stress and this already takes into account a reference data set or the concept of reference conditions this should be used (e.g. Global biological Index Saprobien ^{15}).

Reference conditions may not be suitable as a management objective, in which case they are to be used in the classification for comparison purposes only.

4.4. Indices/scores

To measure the level of a particular stress, a biological index or score specifically designed to evaluate the stress should be used ^{17}. The most widely evaluated stress, using the meio-benthos and nematode community, has been organic pollution and many scores and indices have been devised to evaluate this stress ^{2,3,5,18}. In many countries there is increasing use of meio-benthos and nematode based indices to evaluate other stresses e.g. current velocity, substratum alterations and eutrophication ^{16,34,38}.

When a national index or score for a particular stress does not already exist, it is recommended that one be devised using the following method: a group of national experts gives each taxon a value reflecting its tolerance to the stress ^{12,13}; the value may also take into account the abundance of the taxon and its suitability as an indicator ^{6,15,38} (see Notes below). The site index is then derived using the tolerance for the taxa found at the site and can be expressed as a total score or as an average score per taxon ^{6,11,12,13,14,15}. It is recommended that in the first instance family level identification be used; if more discrimination is required, higher resolution at genus or species level is necessary.

NOTE. It is possible to directly compare the taxonomic lists of the observed data and the reference data, using Community Comparison Indices^{19}. If there is no significant difference in the two sets of data, no man-made stress is indicated. Disparities in the two sets of data can indicate that stress is occurring. The types of stress can be investigated using specific indices (e.g. organic pollution index, acidity index etc.). Knowledge of the ecological requirement of the taxa missing may also indicate possible stressors. The number of taxa missing can indicate the severity of a stress.

4.5. Classification/banding

A classification should be procedured by comparing the observed data with the reference data. When an index is used, separate indices or scores for the observed data and reference data should be calculated. The disparity between the observed and the reference indices or scores should then be

TCVN 7220-2: 2002

calculated. The classification system should be based on the disparity between the observed and reference; this disparity is considered to represent the degree of stress and can be expressed as the ratio of observed to reference.

Where a suitable national classification does not exist, it is recommended that a classification be produced with five bands which indicate increasing degrees of stress as shown in Table 1, 2, 3.

Table 1 – Five band classification for meio-benthos and nematode quality

Meio-benthos and nematode quality classification	Comment
High	The observed community corresponds totally or nearly totally to conditions where man-made stress is absent or considered insignificant (undisturbed)
Good	There are slight changes in the observed community with the reference community
Moderate	The composition of the observed community differs moderately from the reference community. Major taxonomic groups of the reference community are absent
Poor	The composition of the observed community differs significantly from the reference community. Many of the taxonomic groups of the reference community are absent
Bad	The observed community is severely impaired by comparison with the reference community. Only taxonomic groups capable of living in extremely disturbed conditions are present

Table 2 – The total family's scorers of the meio-benthos and nematodes

Total family's numbers on the each observed site	Bands				
	1	2	3	4	5
Meio-invertebrate families	10	10-19	20-29	33-40	> 40
Nematode families	1-6	7-13	14-18	19-25	> 25
Abundance of predominant species or taxa	> 85	> 70-85	> 55-70	40-55	< 40
NOTE: 1. Heavy polluted; 2. Polluted; 3. Slight polluted; 4. Unpolluted; 5. Clear					

Table 3 – Classification of the water quality according to the biological index H' for meio-benthos and nematode communities

Shannon index H'	Quality level of rivers
< 1	Heavy polluted
1-2	Polluted
> 2-3	Slight polluted
> 3-4,5	Unpolluted
> 4,5	Clean

A record should be made of those sites where no nematodes and meio-benthos were found, for example due to extreme toxicity and no any living organism

The top band of the classification (see table 1) indicates the condition of a site when the significant natural and man-made stresses are absent or considered to be insignificant. The remaining classes of table 1 are considered to indicate an increasing levels of the man-made stress. The top band should be wide enough to accommodate the natural variability of communities. Estimates of naturally occurring variability should be made by observation of reference sites and/or by predictive techniques. The remaining range of the classification should be divided into four parts indicating increasing man-made stress.

The table 2 indicates the condition of a site when the significant natural and man-made stresses are absent or considered to be insignificant and those stresses should be interpreted through the family sum, abundance of Nematodes or meio-benthos at observed sites. The degradation steps of Shannon Index (see table 3) indicates an increasing man-made stress, which opposites the decreasing parameters of H'

NOTE: Where the natural variability results of nematode and meio-benthos communities in a top band that is a large part of the range of the classification the subdivision into the remaining bands is not justified, as this subdivision is not considered to reflect man-made stress.

Annex A

(Informative)

Methodology for comparison of classification

A.1. General considerations

A comparison exercise allows the conversion to be made between classification without the need for sampling and analysis of the data from each classification each time a comparison is required. Comparison should be made between indices and/or scores rather than classification. The comparison of indices/scores is only valid where the data have been validated at sufficient sampling sites. If a relationship between indices is established using regression techniques {²²} inter-conversion of classification is possible

NOTE: Indices may work in the same way but existing classifications may have been produced using different philosophies. The different ways of defining bands may introduce anomalies if classification are compared at the band level rather than the index level. Similarly problems in comparison may arise when classification which use different reference conditions are compared.

Only indices which attempt to evaluate the same aspect of man-made stress should be compared one with another. For example, Saprobien^{¹⁵}, BMWP – Average Score Per Taxon (ASPT)^{¹³} and H', W ^{³⁸} can highlight organic pollution and therefore are suitable for comparison.

Comparisons of indices should be made using data compiled over the entire range of each of the classification under consideration and from which the classification bands have been defined. Wherever possible data from all classes/qualities, of all the systems being compared, should be used in the comparison.

When comparing more than two indices or scores it is recommended that each should be compared with a single index or score (baseline index/score): producing a matrix of all possible comparisons is not recommended. It is further recommended that the baseline score should be one requiring the least sampling and analytical error

Comparisons should be made by sampling each site using all sampling methods relevant to the indices being compared. It is important that samples are taken at the same time of the year and from the same type of habitats, otherwise seasonal variations or microhabitat variation will increase the degree of variation between data sets. Stratification of sampling, in time (by season) and by habitat (riffles, pools, etc.) decreases the variability and hence increases the statistical power {^{22,38}}

A.2. Statistical considerations

Caution should be used when selecting and using many biotic indices in biomonitoring studies. Pollution specific indicators may be very useful for detecting improvement of habitat quality, as the index or score will change when a single taxon of the family (e.g. BMWP {¹³}) or pH interval (e.g. acidification score{¹⁸}) is recorded as present. For example, if categorical score approaches are used to monitor habitat degradation, a substantial change in nematode and meio-benthos species biodiversity may occur before the site-specific score shifts, signaling impact {^{24,38}}. Work using H' and W indices {³⁸} and BMWP scores {¹³} to calculate observed to reference ratios has shown that tests of statistical significance can be made demonstrating differences between sites or at a given site over time{²³}.

Regarding statistical tests: care should be taken when applying parametric tests to many biotic indices. One alternative approach is to perform tests using randomization procedures that are becoming increasingly more common

Annex B

(Informative)

Methodology for applying PRIMER-V Statistical Software

This computer software package PRIMER-V developed at the Plymouth Marine Laboratory, United Kingdom, for the study of community structure and intended for use by aquatic ecologists

PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research) v5 consists of a range of univariate, graphical and multivariate routines for analysing matrices of species by samples abundances (or biomass, % cover, presence/absence, ...) that arise in biological monitoring of environmental impact and more fundamental studies in community ecology, together with associated physico-chemical data. The methods make few, if any, assumptions about the form of the data ('non-metric' ordination and permutation tests are fundamental to the approach) and concentrate on techniques that are straightforward to understand and explain. This robustness makes them widely applicable, leading to greater confidence in interpretation of community patterns, and the transparency perhaps explains why they have been adopted worldwide (through the DOS PRIMER v4), particularly in marine science but increasingly in terrestrial, freshwater, etc contexts. The statistical methods underlying the software are explained in non-mathematical terms in the associated 'methods manual' (Clarke KR, Warwick RM: Change in marine communities) which also shows outcomes from many literature studies, e.g. of effects of oil spills, drilling mud disposal, sewage pollution on soft-sediment benthic assemblages, disturbance or climatic effects on coral reef composition or fish communities, more fundamental biodiversity and community ecology patterns, mesocosm studies with multi-species outcomes etc. Many of these full data sets are included with the package so that the user can replicate the analyses given in the manual.

The basic routines of the package cover: hierarchical clustering into sample (or species) groups (CLUSTER); ordination by non-metric multidimensional scaling (MDS) and principal components (PCA) to summarise patterns in species composition and environmental variables; permutationbased hypothesis testing (ANOSIM), an analogue of univariate ANOVA which tests for differences between groups of (multivariate) samples from different times, locations, experimental treatments etc; identifying the species primarily providing the discrimination between two observed sample clusters (SIMPER); the linking of multivariate biotic patterns to suites of environmental variables (BIO-ENV); comparative (Mantel-type) tests on similarity matrices (RELATE); standard diversity indices; dominance plots; species abundance distributions; aggregation of arrays to allow data analysis at higher taxonomic levels, etc.

The full integration within a standard Windows environment allows: easy manipulation of data and results, e.g. in input/output from Excel spreadsheets or other sources (including v4 PRIMER data files); the ability to view and manipulate data and some derived files/plots on screen, in multiple windows; standard Windows printing and export to Windows *.wmf or *.bmp files (graphics) and *.rtf files (text); flexibility in specifying analyses, particularly for subsets of data and in defining group structures for tests and displays; ability to handle relatively large data sets (no formal limits but subject to available Windows memory and, primarily, time constraints - as with all nonparametric and permutation-based methods, computation time can be heavy).

In addition to the new Windows interface, there are many added features to previous versions of PRIMER: easier and more flexible plotting options with 2-d MDS (for bubble plots, simple rotation etc); 3-d MDS plots; 'draftsman' scatter plots of environmental variables; and histograms for the permutation distributions of test statistics. There are also several completely new analysis routines: BVSTEP, a matching procedure which generalises BIO-ENV and can be used, for example, to find 'influential species' - small subsets of species capturing the full MDS community pattern: 2STAGE, a second-stage MDS in which relationships between a set of ordinations can be visualised (thus allowing a simple graphic summary of, say, the effect of using different data transformations and different taxonomic levels); an expanded set of diversity indices; simple species-area curves etc. Finally, a further unique feature of PRIMER v5 is the ability to calculate biodiversity indices based on the taxonomic distinctness or relatedness of the species making up a quantitative sample or species list, indices whose statistical properties are robust to variations in sampling effort. These routines allow formal hypothesis tests for change in biodiversity structure at a location (as measured by average and variation in taxonomic 'breadth' of the species list), from that 'expected' from a larger, regional species pool. It provides a possible way of comparing biodiversity patterns over wide space and time scales, when sampling effort is not controlled, and is based on recent K R Clarke and R M Warwick research papers.

Bibliography

- [1] NEWMAN P.J. Classification of surface water quality. Review of the schemes used in EC Member States. Heinemann, Oxford, 1988.
- [2] ROSENBEG D.M. and RESH V.H. Freshwater biomonitoring and benthic macro-invertebrates. Chapman and Hall, London, 1993.
- [3] METCALFE J.L. Biological water quality assessment of running water based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. *Environment Pollution*, 60, pp. 101 - 139, 1989.
- [4] BRITTAIN J.E and SAITVEIT S.J. *The use of macro-invertebrates in watercourse monitoring*. Vann 1-84, pp. 116-122, 1984 (in Norwegian).
- [5] DE PAUW N. , GHETTI P.F., MANZINI P. and SPAGGIANI R. Biological assessment methods for running waters. In: River water quality , Ecological assessment and control, 1992.
- [6] ON M 6232. Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern 2 sprachige Fassung. (Guidelines for the ecological study and assessment of water, bilingual edition).
- [7] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, *Fauna aquatica austriaca, katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs*; Moog O.(ed). Univ. für Bodenkultur, Abt. Hydrobiol., Fischereiwirtschaft und Aquakultur, 1995.
- [8] Environment Agency Assessing Water Quality - General Quality Assessment (GQA) scheme for Biology. Environment Agency, Bristol, UK, 1997.
- [9] KNOBEN R.A.E., ROOS C. and VAN OIRSCHOT M.C.M. *Biological Assessment methods for watercourse*. Vol. 3, UN/ECE Task Force on Monitoring and Assessment Vol. 3, RIZA, Lelystad, 1995.
- [10] UN/ECE Task Force on Monitoring and Assessment Guidelines on water quality monitoring and assessment of transboundary river. RIZA, Lelystad, 1996.
- [11] REIJNEN R., HARMS W.B., FOPPEN R.P.B., DE VISSER R. and WOLFERT H.P. Ecological networks in river rehabilitation scenarios : A case study for the Low Rhine, *Rhine-Econet Report* No. 58, RIZA, Lelystad, 1995.
- [12] Wright J.F., FURSE M.T., and ARMITAGE P.D. Use of macro-invertebrate communities to detect environment stress in running water. In: Water quality and stress indicators in marine and freshwater systems: linking levels of organization, Sutcliffe D.W. (ed). Freshwater Biological Association, pp. 15-34, 1994.

- [13] River Water Quality: the 1980 survey and future outlook. National Water Council, London, 1981.
- [14] Agency de l'eau, Ministere de l'Environnement, Conseil Superieur de la Peejche, Indice biologique global normalise (IBGN) - NF T 90-350 - Cahier technique. Gay Environnement, 1995.
- [15] DIN 38410 Teil 2, Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Biologisch-okologische Gewasseruntersuchung des Saprobienindex (M2), 1991.
- [16] PEETER E.T.H.M., GARDENIERS J.J.P. and TOLKAMP H.H. New method to assess the ecological status of surface waters in the Netherlands. Part 1: Running waters. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25, pp. 1914-1916, 1994.
- [17] JOHNSON R.K. The indicator concept in freshwater biomonitoring. In: *Chironomids (from genes to ecosystems)*. \Cranston P. (ed). SCIRO, Canberra, pp. 11-26, 1995.
- [18] HELLAWELL J.M. Biological indicators for freshwater pollution and environmental management. Elsevier, London and New York, 1988.
- [19] METCALFE-SMITH J.L. Biological water-quality assessment of rivers: Use of macro-invertebrate communities. In: *The rivers Handbook: hydrological and ecological principles* Vol. 2, Calow P. and petts G.E. (eds), Blackwell, Oxford, 1994.
- [20] WALLEY W.J. and HAWKERS H.A. A computer-based reappraisal of Biological Monitoring Working Partly scores using data from the 1990 River Quality Survey of England and Wales. *Water Research*, 30, pp. 2086-2094, 1996.
- [21] PEETERS E.T.H.M. and GARDENIES J.J.P. Logistic regression as a tool for defining habitat requirements of two common gammarids. *Freshwater Biology*, 39, pp. 605-615, 1998.
- [22] SOKAL R.R. and ROHLF F.J. Biometry, the principles and practice of statistics in biological research. 3rd adn., W.H. Freeman, New York, 1995.
- [23] National rivers authority *Biological assessment methods: Controlling the quality of biological data*. National river authority, Bristol, UK, 1995.
- [24] JOHNSON R. Personal communication.
- [25] Nguyen Xuan Quynh, Mai Dinh Yen, Clive Pinder & Steve Tilling, (2000). Biological surveillance of freshwater, using macro-invertebrates. Hanoi, 2000.
- [26] Holme, N. A. & McInture, A. D., (1971). Methods for the study of marine benthos. *IBP Handbook N.16. Oxford: Blackwell*.

TCVN 7220-2: 2002

- [27] Metcalfe. J. L (1989). Biological water quality assessment of running waters based on macro-invertebrate communities history and present status in Europe. *Environmental Pollution*, 60: 101-139.
- [28] Leska S. Fore, Kit Pausen & Kate O'Laughlin, (2001). Assessing the performance of volunteers in monitoring streams. *Freshwater biology* N.46: 109-123.
- [29] Rosenbeg D. M. & Resh V. H.(1930). Freshwater biomonitoring and benthic macro-invertebrates. Chapman and Hall, London.
- [30] Đặng Ngọc Thanh, Hồ Thanh Hải, Dương Đức Tiến, Mai Đình Yên (2002). Thủy sinh học các thủy vực nước ngọt nội địa Việt Nam 399tr.
- [31] Lê Trình (2000). Đánh giá tác động môi trường phương pháp và ứng dụng. NXBKHK. 247 tr.
- [32] Nguyễn Ngọc Châu, Nguyễn Vũ Thanh. (1993). Phương pháp mới tách giun tròn từ đất và mô thực vật. Những thành tựu KHKT đưa vào sản xuất. N 1: 41-45.
- [33] Standard Methods for examination of Water and Wastewater 19th Edition 1995. U.S. EPA.
- [34] Manual of Methods in aquatic environmental research FAO/ 324. 1992.
- [35] Biodiversity assessment program in the Western and Pacific and Asian Region Protocol manual volume 3. 6th Edition. IBOY-DIWPA-2001. Japan.
- [36] TCVN 5992 :1995 (ISO 5667 - 2: 1985) Water quality - Sampling – Guidance on the preservation and handling of samples.
- [37] TCVN 6663-1 :2002 (ISO 5667 - 1: 1980) Water quality - Sampling – Guidance on the design of sampling programmes.
- [38] Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation KR clarke RM Warwick 1994.
-