

SỬ DỤNG ĐỘNG VẬT NỔI CHỈ THỊ CHO MỨC ĐỘ DINH DƯỠNG KÊNH MƯƠNG THỦY LỢI TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN GIA LÂM, HÀ NỘI

Nguyễn Thị Thu Hà^{1*}, Tạ Thị Hải Yên¹, Đinh Tiến Dũng²
Đỗ Thủy Nguyên¹, Trịnh Quang Huy¹

¹Khoa Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Trung tâm Phân tích và Chuyển giao Công nghệ Môi trường, Viện Môi trường Nông nghiệp

Email*: ha170086@gmail.com

Ngày gửi bài: 08.09.2016

Ngày chấp nhận: 25.11.2016

TÓM TẮT

Động vật nổi là sinh vật không những phụ thuộc vào mức độ dinh dưỡng thông qua tảo mà còn kiểm soát mức độ dinh dưỡng nhờ tiêu thụ tảo. Nghiên cứu được tiến hành với 16 đối tượng kênh mương thủy lợi trên địa bàn huyện Gia Lâm có mức dinh dưỡng khác nhau để chứng minh mối quan hệ này. Nhiều kênh mương nghiên cứu bị nhiễm bẩn do ảnh hưởng của các nguồn thải, tình trạng dinh dưỡng ở mức trung bình đến cao (60 - 100 điểm). Trong thời gian tháng 1 - 5 năm 2015 đã xác định được 71 loài động vật nổi trong đó Rotatoria chiếm ưu thế cả về số lượng loài (39 loài) và mật độ (> 70%). Mức độ đa dạng ở mức trung bình ở dinh dưỡng trung bình (H' trong khoảng 2,52 ở mức TSI 60 - 80) và giảm thấp ở mức dinh dưỡng cao (H' trong khoảng 1,83 ở mức TSI 80 - 100). Các loài thích hợp ở mức dinh dưỡng thấp (TN < 7 mg/l và TP < 0,4 mg/l) gồm có *Brachionus budapestinensis*, *B. falcatus*, *B. forficula*, *Keratella tropica* (Rotatoria); *Sida crystallina*, *Ceriodaphnia quadraugula* (Cladocera). Các loài thích hợp với mức dinh dưỡng trung bình đến cao gồm có *Ceriodaphnia laticaudata*, *Alona davidi* (Cladocera); *Eucyclops serrulatus*, *Ectocyclops phaleratus* (Copepoda). Chúng là những loài có khả năng trở thành sinh vật chỉ thị cho mức độ dinh dưỡng của nước tương ứng là sinh vật nhạy cảm và sinh vật chống chịu dinh dưỡng.

Từ khóa: Động vật nổi, chỉ số tình trạng dinh dưỡng (TSI), kênh mương thủy lợi.

Using Zooplankton as Bioindicator for Trophic State of Irrigation Canals in Gia Lam, Hanoi

ABSTRACT

Zooplankton is not only dependent on the trophic state through food chains of algae but also controls nutrient levels through consumption of algae. The study was conducted with 16 irrigation canals in the district of Gia Lam that had different nutrient levels to prove the relationship. Many of these irrigation canals were contaminated by various waste sources, showing nutritional status from moderate to high level (60-100 points). From January to May (2015), 71 species of zooplankton were identified with Rotifers being dominant both in number of species (39 species) and density (> 70%). The diversity index was moderate at medium trophic level (H' was 2.52 at the TSI of 60 - 80) and lower in high trophic level (H' was 1.83 at the TSI of 80-100). The species of lower trophic levels (TN < 7 mg/l and TP < 0.4 mg/l) included *Brachionus budapestinensis*, *Brachionus falcatus*, *Brachionus forficula*, *Keratella tropica* (Rotifer); *Sida crystallina*, and *Ceriodaphnia quadraugula* (Cladoceran). The species adaptable to moderate to high trophic included *Ceriodaphnia laticaudata*, *Alona davidi* (Cladocerans); *Eucyclops serrulatus*, and *Ectocyclops phaleratus* (copepods). They may be the pollution sensitive and pollution resistant species.

Keywords: zooplankton, trophic state index (TSI), irrigation canals.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cung cấp nước cho hoạt động tưới tiêu đóng vai trò quyết định đến năng suất cây trồng, đặc

biệt là sản xuất lúa. Tuy nhiên, trong quá trình canh tác do sử dụng một lượng lớn phân bón đặc biệt là phân bón hoá học đã dẫn tới dư lượng của chúng đi vào trong hệ thống kênh mương thủy

lợi. Sự rửa trôi của phân bón hoá học từ đất canh tác vào trong nước là tăng nồng độ các chất dinh dưỡng N và P trong nước, có thể là nguyên nhân quan trọng nhất dẫn tới phú dưỡng thủy vực. Ngoài ra, do sức ép về gia tăng dân số, phát triển của chăn nuôi, làng nghề, một số cơ sở sản xuất công nghiệp ở vùng nông thôn và vùng ven đô thị đã dẫn tới việc xả thải không kiểm soát vào các hệ thống thủy lợi, làm suy giảm chất lượng nước và quần xã sinh vật trong các thủy vực này (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2015).

Động vật nổi có vòng đời trung bình, cuộc sống trôi nổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác nhau của chất lượng nước nên đã được sử dụng làm chỉ thị sinh học ở nhiều loại thủy vực (Lê Văn Khoa, 2007). Có nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng dinh dưỡng trong nước có mối quan hệ qua lại chặt chẽ với các nhóm tảo, đặc biệt là tảo lam và tảo lục (Carlson, 1977), do đó cũng sẽ có ảnh hưởng tới nhóm tiêu thụ các loài này trong chuỗi thức ăn. Sự có mặt của động vật nổi không chỉ kiểm soát số lượng tảo trong nước mà thông qua

thời gian sống dài có thể kiểm soát dinh dưỡng của nước (Scholten *et al.*, 2005). Tuy nhiên, khi dinh dưỡng trong nước quá cao, hiện tượng phú dưỡng xảy ra có thể làm giảm oxy hoà tan và sản sinh một số chất độc trong nước dẫn tới suy giảm số lượng thậm chí giết chết nhiều loài động vật trong đó có động vật nổi. Vì vậy, nghiên cứu được tiến hành nhằm đánh giá mối quan hệ qua lại giữa dinh dưỡng trong nước và khu hệ động vật nổi làm cơ sở sử dụng động vật nổi chỉ thị cho mức độ phú dưỡng nguồn nước.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Các kênh mương thủy lợi được lựa chọn nghiên cứu có mức độ sử dụng, đặc điểm nhận thải khác nhau (gồm có nước chảy tràn, nước thải sinh hoạt, chăn nuôi). Chúng được lựa chọn ngẫu nhiên theo hệ thống kênh mương thủy lợi Bắc Hưng Hải trong đó chủ yếu là các mương tiêu nước cho hoạt động trồng lúa và hoa màu.

Bảng 1. Đặc điểm của các đối tượng kênh mương lựa chọn nghiên cứu

Mã	Vị trí lấy mẫu	Tọa độ lấy mẫu	Đặc điểm	
			Nguồn thải	Thực vật lớn
M1	Khoan Té	20°58'34.18"N 105°56'08.65"E	Chảy tràn	+++
M2	Thuận Tồn	20°58'44.27"N 105°55'57.10"E	Chảy tràn, sinh hoạt	-
M3	Thuận Tồn	20°59'01.55"N 105°56'04.87"E	Chảy tràn, sinh hoạt	-
M4	Thuận Tồn	20°58'57.11"N 105°55'03.69"E	Chảy tràn	-
M5	Thuận Tồn	20°58'58.55"N 105°55'03.23"E	Chảy tràn, chăn nuôi	-
M6	Lê Xá	20°59'31.08"N 105°56'18.99"E	Chảy tràn	+
M7	Lê Xá	20°59'24.32"N 105°56'10.55"E	Chảy tràn	+
M8	Ngọc Động	20°58'31.46"N 105°56'12.98"E	Chảy tràn, chăn nuôi	+++
M9	Đông Dư	20°59'56.40"N 105°56'22.19"E	Chảy tràn	+
M10	Đào Xuyên	20°59'45.99"N 105°56'33.58"E	Chảy tràn, sinh hoạt	+++
M11	Đào Xuyên	20°59'31.24"N 105°56'18.34"E	Chảy tràn, chăn nuôi	++
M12	Cống Vân Quan	20°58'18.61"N 105°55'15.96"E	Chảy tràn	-
M13	Khoan Té	20°58'40.60"N 105°59'15.24"E	Chảy tràn, chăn nuôi	+
M14	Đông Dư	20°59'45.16"N 105°56'25.21"E	Chảy tràn	+
M15	Đông Dư	20°59'35.63"N 105°56'25.52"E	Chảy tràn, chăn nuôi	+++
M16	Đông Dư	20°59'55.22"N 105°56'11.87"E	Chảy tràn	++

Ghi chú: “+++”: Thực vật lớn xuất hiện rất nhiều (tỷ lệ che phủ: > 12%); “++”: Thực vật lớn xuất hiện khá nhiều (tỷ lệ che phủ: 6 - 12%); “+”: Thực vật lớn có mặt (tỷ lệ che phủ: < 6%); “-”: Không có thực vật lớn trên bề mặt nước.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp lấy mẫu và phân tích

a. *Đối với nước*: Tại mỗi vị trí lấy mẫu tiến hành lấy mẫu hỗn hợp tại 3 - 5 điểm tùy theo chiều dài của kênh mương nghiên cứu, mẫu nước được thu thập theo hướng dẫn của TCVN 6663 - 1/2011 (ISO 5667 - 1/2006). Các thông số đo đạc và phân tích là: nhiệt độ, độ sâu Secchi, pH, DO, N - NH₄⁺, N - NO₃⁻, P - PO₄³⁻, COD, TP (P tổng), TN (N tổng), Chlorophyll a được phân tích theo các tiêu chuẩn hiện hành. Thời điểm lấy mẫu: 3 lần vào mùa xuân (tháng 1 - 3/2015). Số lượng mẫu: 3 x 16 = 48 (mẫu).

b. *Đối với động vật nổi*: Vị trí lấy mẫu động vật nổi trùng với vị trí lấy mẫu nước bằng phương pháp lấy mẫu hỗn hợp theo không gian. Mẫu ĐVN được thu bằng cách lọc 50 lít nước qua lưới Zooplankton (kích thước mắt lưới nhỏ hơn 250 μm). Bảo quản mẫu bằng dung dịch formaldehyde 4%. Mẫu được phân loại và đếm số lượng bằng buồng đếm sinh vật nổi (plankton) và soi tươi trên kính hiển vi soi nổi với độ phóng đại lần lượt là 4x, 40x; trong trường hợp cần thiết sử dụng kính hiển vi có độ phóng đại 100x để kiểm tra kết quả định loại bằng hình thái. Định danh theo khóa “Định

loại động vật không xương sống Bắc Việt Nam” của Đặng Ngọc Thanh và cs. (1980).

2.2.2. Phương pháp đánh giá

- Kết quả đánh giá chất lượng nước được so sánh với QCVN 08 - MT: 2015/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt, cột B1 phục vụ mục đích thủy lợi; Mức độ dinh dưỡng của nước đánh giá bằng thang phân loại trạng thái dinh dưỡng của Carlson (1977).

- Mức độ đa dạng và phong phú của động vật nổi được xác định bằng các chỉ số đa dạng trích dẫn bởi Vũ Trung Tạng (2009) như sau:

+ Mức độ đa dạng bình quân của thực vật được xác định bằng chỉ số đa dạng bình quân Shannon - Weiner (1949) - H'

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

+ Mức độ phong phú về loài sử dụng các chỉ số độ giàu loài (D) của Simpson (1949), Margalef (1958), Odum (1960), Menhinick (1964) sử dụng công thức (tương ứng):

$$D = \frac{1}{\sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2} \text{ hoặc } D = \frac{S-1}{\lg N} \text{ hoặc } D = \frac{S}{100} \text{ hoặc } D = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

+ Mức độ ưu thế của loài trong khu hệ thông qua chỉ số bình quân (E - Pielou, 1996) hay chỉ số ưu thế (C - Simpson, 1949)



Hình 1. Bản đồ vị trí lấy mẫu các kênh mương thủy lợi nghiên cứu

Bảng 2. Mối quan hệ của chỉ số tình trạng dinh dưỡng (TSI) với các thông số

Chỉ số tình trạng dinh dưỡng (TSI)	Độ sâu đĩa Secchi (m)	P _{tổng} (µg/l)	Chlorophyll a (µg/l)
0	64	0,75	0,04
10	32	1,5	0,12
20	16	3	0,34
30	8	6	0,94
40	4	12	2,6
50	2	24	6,4
60	1	48	20
70	0,5	96	56
80	0,25	192	154
90	0,12	384	427
100	0,062	768	1,183

Nguồn: Carlson, 1977

$$E = \frac{H}{\log S} \text{ và } C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Trong đó: s - số loài trong mẫu vật; Pi - tỷ lệ số lượng cá thể của loài thứ i so với tổng số; ni: Số cá thể của loài i trong mẫu thu; N: Tổng số cá thể trong mẫu

- Mối quan hệ giữa mức độ dinh dưỡng và cấu trúc khu hệ động vật nổi được đánh giá bằng phân tích tương quan theo cặp (thể hiện thông qua hệ số tương quan (r) giữa thông số chất lượng nước và các chỉ số đa dạng động vật nổi).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hiện trạng chất lượng nước mặt kênh mương thủy lợi huyện Gia Lâm

Kết quả quan trắc chất lượng nước cho thấy các mương trên địa bàn huyện Gia Lâm có chất lượng khác biệt đáng kể do ảnh hưởng bởi sử dụng và mức độ nhận thải.

Giá trị pH tại tất cả các kênh mương thủy lợi dao động từ 7,59 - 8,68, đều nằm trong giới hạn cho phép từ 5,5 - 9 của QCVN 08 - MT:2015/BTNMT cột B1. Tuy nhiên, vẫn còn 37,5% các kênh mương thủy lợi có giá trị pH lớn hơn 8 là do ảnh hưởng của nước thải sinh hoạt và nước thải chăn nuôi (Thuận Tốn, xã Đa Tốn). Có 56,25% các mương đảm bảo QCVN về oxy hòa tan (DO) với giá trị cao nhất ở khu vực Đông Dư và sông Bắc Hưng Hải cho thấy mặt thoáng lớn và xáo trộn dòng chảy tốt thúc đẩy

quá trình khuếch tán. Ngược lại, còn có 43,75% kênh mương có giá trị DO thấp hơn QCVN với DO thấp nhất là 3,25 mg/l ở Khoan Tế, xã Đa Tốn do ảnh hưởng từ lượng lớn nước thải sinh hoạt tại khu vực này (Bảng 1 và 3).

Hàm lượng chất hữu cơ (thể hiện thông qua giá trị nhu cầu oxy hoá học - COD) tại hầu hết các địa điểm lấy mẫu đều thấp hơn với QCVN, thường thấp ở các mương không nhận nước thải sinh hoạt và đa phần rất cao đối với khu vực Đa Tốn (nơi có tải lượng thải cao). Các dạng dinh dưỡng nitơ, photpho hòa tan trong thủy vực có giá trị trung bình hầu hết đều xấp xỉ và vượt quy chuẩn cho phép từ 1,04 - 19,4 lần đối với thông số amoni (N - NH₄⁺) và từ từ 1,1 - 2,0 lần tại một số địa điểm lấy mẫu đối với thông số photphat (P - PO₄³⁻). Điều này cho thấy dấu hiệu dư thừa dinh dưỡng và ô nhiễm hữu cơ ở các kênh mương thủy lợi.

Qua 3 đợt thu mẫu tại 16 địa điểm đã chọn thu được giá trị trung bình các thông số dinh dưỡng và trạng thái phú dưỡng tại các địa điểm nghiên cứu (Bảng 3) cho thấy:

Hàm lượng TN ở các các thủy vực nghiên cứu có sự chênh lệch khá lớn (0,83 - 12,92 mg/l) cao hơn rất nhiều so với TN trong nước tự nhiên (0,2 - 0,5 mg/l theo Lê Văn Khoa, 2007). Tương tự, TP dao động từ 0,08 - 0,78 mg/l. Do TP là nhân tố giới hạn trong phát triển của tảo nên chúng trở thành nhân tố quyết định mức độ phú dưỡng (Scholten *et al.*, 2005).

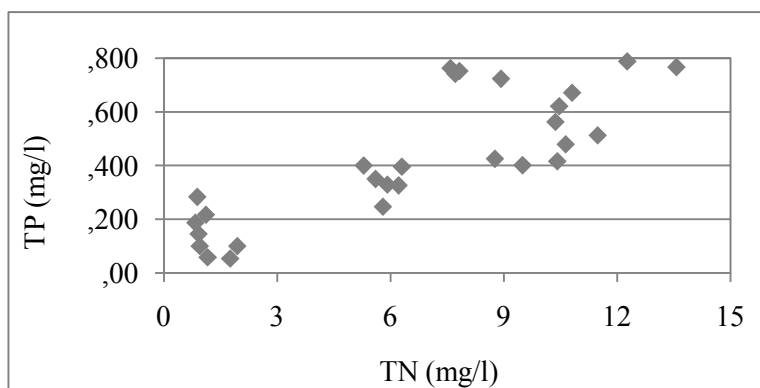
Bảng 3. Giá trị trung bình các thông số lý hóa tại các điểm nghiên cứu

Mẫu	pH	DO (mg/l)	COD (mg/l)	N - NH ₄ ⁺ (mg/l)	N - NO ₃ ⁻ (mg/l)	P - PO ₄ ³⁻ (mg/l)	TN (mg/l)	TP (mg/l)	Độ sâu Secchi (m)	Chl a (µg/l)	TSI
M1	7,83	3,54	25	1,02	0,4	0,05	1,85	0,08	0,24	111,23	66,14
M2	8,60	3,98	25	0,81	0,08	0,05	1,16	0,06	0,27	107,95	62,78
M3	8,68	4,05	38	0,52	0,12	0,15	0,83	0,19	0,21	69,10	79,62
M4	8,51	4,12	25	0,64	0,09	0,08	0,95	0,10	0,12	52,48	70,56
M5	8,48	3,94	44	0,61	0,10	0,12	0,92	0,15	0,07	62,92	76,00
M6	7,61	3,50	16	4,37	0,13	0,23	5,85	0,29	0,21	53,15	85,66
M7	7,70	5,02	25	4,14	0,28	0,29	5,75	0,36	0,09	69,80	89,08
M8	7,88	4,25	22	4,39	0,19	0,30	5,95	0,37	0,42	79,34	89,51
M9	7,93	5,06	13	0,65	0,11	0,20	1,00	0,25	0,55	41,00	83,67
M10	7,59	4,48	24	7,90	0,09	0,40	10,39	0,49	0,39	33,94	93,28
M11	7,85	3,60	18	6,07	0,28	0,59	8,25	0,74	0,68	107,67	99,47
M12	8,01	5,31	15	8,10	0,08	0,52	10,64	0,65	0,65	40,10	97,44
M13	7,81	3,25	26	6,91	0,11	0,33	9,13	0,41	0,11	85,60	91,01
M14	8,08	4,83	21	8,34	0,17	0,40	11,06	0,50	0,11	85,48	93,64
M15	7,67	5,35	22	5,89	0,08	0,60	7,77	0,75	0,20	84,46	99,55
M16	7,98	3,28	25	9,71	0,23	0,62	12,92	0,78	0,39	273,55	100
QCVN	5,5 - 9,0	≥ 4	30	0,50	10	0,30	-	-	-	-	-

Chỉ số tình trạng dinh dưỡng (Trophic State Index - TSI) lần lượt là: mức 1 (60 - 70%); mức 2 (70 - 80%); mức 3 (80 - 90%) và mức 4 (90 - 100%) theo thứ tự tăng dần về dinh dưỡng. Các thông số có mối quan hệ mật thiết với mức độ dinh dưỡng là Chlorophyll a (Chl a) và độ sâu Secchi cũng cho thấy xu hướng này. Tuy nhiên do ảnh hưởng của sự phong phú về các loài tảo và thực vật lớn, do ảnh hưởng từ độ đục do các hạt sét hoặc chất rắn lơ lửng nên xu thế thể hiện thông qua Chl a và độ sâu Secchi không rõ rệt như TP.

Xem xét về tình trạng dinh dưỡng của các thuỷ vực nhận thấy N và P có mối tương quan thuận với nhau, trong đó các mương chia ra làm 3 nhóm rõ rệt:

- + Dinh dưỡng thấp: TN trong khoảng 0 - 2 mg/l và TP trong khoảng 0 - 0,2 mg/l;
- + Dinh dưỡng trung bình: TN trong khoảng 2 - 7 mg/l và TP trong khoảng 0,2 - 0,4 mg/l;
- + Dinh dưỡng cao: TN trong khoảng 7 - 14 mg/l và TP trong khoảng 0,4 - 0,8 mg/l.



Hình 2. Biến động của TN và TP theo các địa điểm nghiên cứu

3.2. Mối quan hệ giữa cấu trúc quần xã động vật nổi với mức độ dinh dưỡng tại các kênh mương thủy lợi

Thời gian nghiên cứu nằm trong mùa xuân, là thời điểm bùng phát về số lượng của nhiều loài động vật nổi (ĐVN) (Đặng Ngọc Thanh và cs., 2002), kết quả cho thấy chúng xuất hiện khá phong phú với tổng số 19 họ, trong đó Rotatoria với 12 họ, Cladocera có 5 họ và Copepoda có 2 họ. Xem xét trên từng mức dinh dưỡng nhận thấy có sự khác biệt về thành phần loài giữa các mức độ dinh dưỡng. Số lượng họ và số lượng loài ở các mức độ dinh dưỡng dao động từ 34 - 48 loài. Số lượng loài cao nhất ở mức độ dinh dưỡng từ 70 - 80 với 17 họ và 48 loài xuất hiện và thấp nhất ở mức dinh dưỡng 80 - 90 với 10 họ và 34 loài xuất hiện. Tổng số loài ĐVN được tìm thấy là 71, trong đó, tại mỗi vị trí thủy vực số lượng loài dao động từ 11 loài - 38 loài trong đó Rotatoria 4 - 24 loài, Cladocera gồm 2 - 13 loài, Copepoda gồm 1 - 8 loài. Do đó, trong 3 nhóm, Rotatoria vẫn là nhóm có ưu thế lớn nhất ở hầu hết các mức độ dinh dưỡng kênh mương thủy lợi. Điều này phù hợp với cấu trúc quần xã động vật nổi ở các thủy vực nước ngọt của Việt Nam (Đặng Ngọc Thanh và cs., 2002; Dương Trí Dũng và Nguyễn Hoàng Oanh, 2011; Nguyễn Thị Kim Liên và cs., 2014).

Đánh giá mối quan hệ giữa các yếu tố như điều kiện dòng chảy, kích thước thủy vực (rộng, sâu...), sự tồn tại của thực vật lớn và động vật lớn (tôm, cá...) cho thấy sự ảnh hưởng của chúng tới ĐVN là không có ý nghĩa thống kê (với $r < 0,25$).

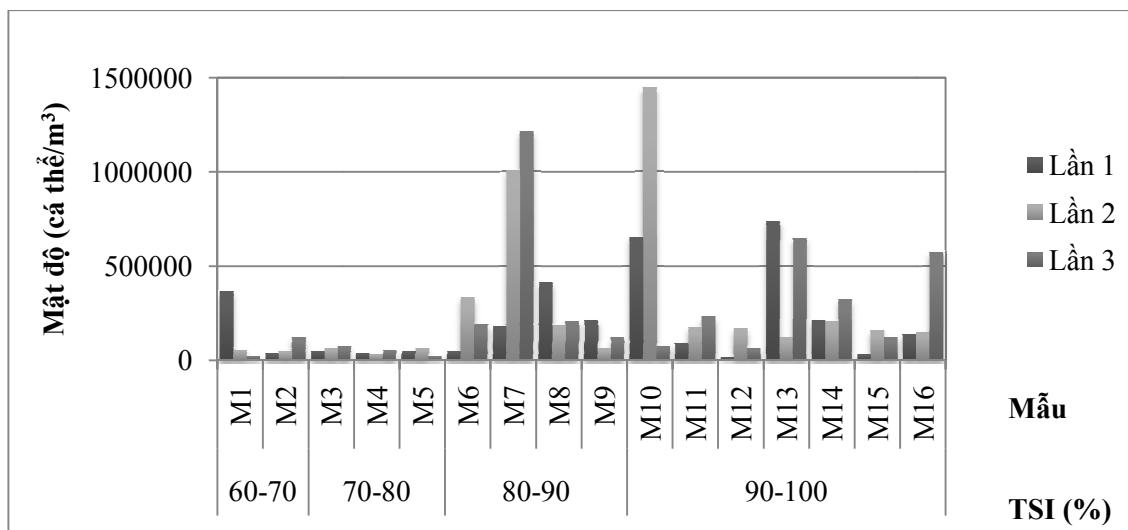
Cladocera là nhóm ưa nước sạch có mối quan hệ mật thiết với nồng độ oxy hòa tan trong nước. Trong khi đó, Rotifera là nhóm ưa hữu cơ, có tương quan mật thiết với nhu cầu oxy của kênh mương thủy lợi (thể hiện thông qua COD). Điều này phù hợp với những nhận định về tập tính sống của các nhóm sinh vật này (Đặng Ngọc Thanh và cs. 2002; Hessen *et al.*, 2003). Số lượng loài, các chỉ số đa dạng, chỉ số ưu thế có mối quan hệ chặt với nồng độ hữu cơ, dinh dưỡng N và P, độ sâu Secchi và chlorophyll a (Bảng 4).

Mật độ ĐVN có mức độ biến động rất lớn giữa các kênh mương trong đó đa phần nằm trong khoảng 10.000 đến 1.450.000 cá thể/m³. Chênh lệch về mật độ giữa các lần lấy mẫu cũng rất lớn (chủ yếu rơi vào các mẫu có mức độ nhận thải trung bình đến cao). Nhận thấy, xếp theo mức độ dinh dưỡng, tại các mẫu có TSI cao, mật độ ĐVN thường lớn hơn so với những kênh mương có mức độ dinh dưỡng thấp (Hình 3).

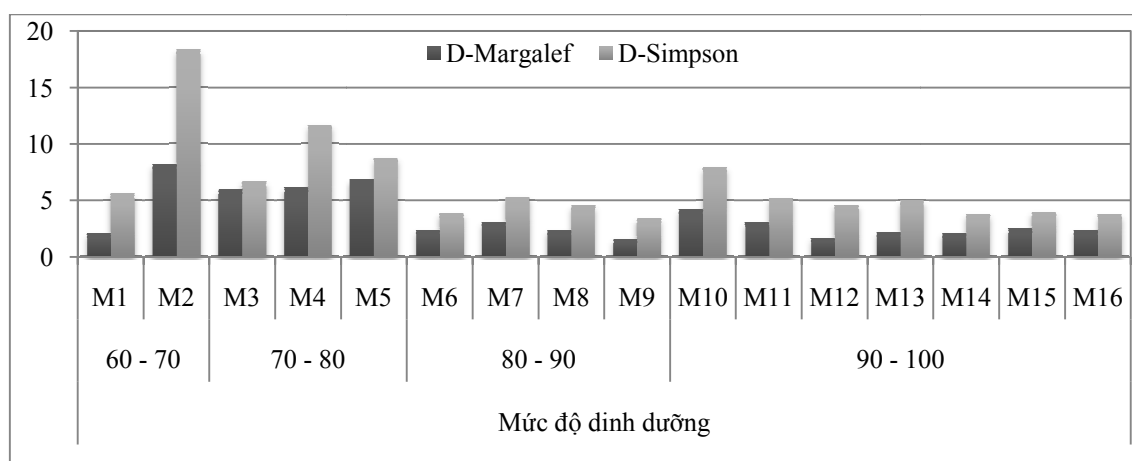
Bảng 4. Tương quan giữa chất lượng nước và động vật nổi tại các kênh mương nghiên cứu

Động vật nổi	pH	DO	COD	TN	TP	TSI	Secchi	Chl a
Mật độ	0.068	- 0.032	0.145	- 0.031	0.069	0.363*	0.170	- 0.061
Mật độ Rotatoria	0.090	0.079	0.468*	- 0.010	0.062	0.056	0.097	- 0.007
Mật độ Cladocera	- 0.005	0.292*	0.112	- 0.086	- 0.038	- 0.034	0.114	- 0.150
Mật độ Copepoda	- 0.003	0.111	- 0.157	0.059	0.194	0.176	0.272*	0.016
H'	0.053	0.082	0.231	- 0.303*	- 0.377*	- 0.343*	0.254*	- 0.407*
Số loài	- 0.017	- 0.117	0.398*	- 0.390*	- 0.503*	- 0.458*	0.279*	0.020
D - Margalef	- 0.031	- 0.107	0.370*	- 0.382*	- 0.512*	- 0.465*	0.238	0.045
D - Odum	- 0.017	- 0.117	0.398*	- 0.390*	- 0.503*	- 0.458*	0.279*	0.020
D - Menhinick	- 0.061	- 0.062	0.244	- 0.322*	- 0.478*	- 0.434*	0.092	0.103
D - Simpson	- 0.040	- 0.048	0.186	- 0.415*	- 0.567*	- 0.516*	0.118	- 0.057
C	- 0.013	0.140	0.327*	0.342*	0.415*	0.377*	- 0.059	0.226
E	0.071	0.129	0.187	- 0.219	- 0.166	- 0.241	0.200	- 0.513*

Ghi chú: "*" Tương quan có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$, $n = 48$



Hình 3. Mật độ cá thể ĐVN ở các địa điểm thu mẫu theo mức dinh dưỡng



Hình 4. Chỉ số đa dạng ở các địa điểm thu mẫu theo mức dinh dưỡng

Tương tự như vậy, trong các chỉ số đa dạng sinh học, chỉ số đa dạng H' tại các vị trí lấy mẫu dao động trong khoảng từ 0,78 - 3,23 đều nằm ở mức đa dạng thấp đến trung bình (Đặng Ngọc Thanh, 1980). Chỉ số đa dạng bình quân H' và các chỉ số đa dạng tính theo công thức Margalef và Simpson ở mức dinh dưỡng 60 - 80% cao hơn đáng kể so với mức dinh dưỡng 80 - 100% (Hình 4). Xu thế ngược lại nhưng không rõ rệt thể hiện ở chỉ số ưu thế.

3.3. Đề xuất sử dụng động vật nổi làm chỉ thị mức độ dinh dưỡng kênh mương thủy lợi

Từ kết quả đánh giá tương quan giữa các giá trị sinh học tính trên động vật nổi với chất

lượng nước, có thể nói mức độ dinh dưỡng quyết định phần nào cấu trúc quần xã ĐVN thông qua tảo (thể hiện qua thông số Chlorophyll a). Đánh giá phân bố ĐVN (căn cứ vào sự xuất hiện của từng loài) theo đồng thời N và P trong nước theo tiêu chí:

- Loài chỉ xuất hiện ở dinh dưỡng thấp đến trung bình (TN: 0 - 7 và TP: 0 - 0,4 mg/l)
- Loài chỉ xuất hiện ở dinh dưỡng trung bình đến cao (TN > 7 và TP > 0,4 mg/l)
- Loại xuất hiện ở tất cả các mẫu có mức dinh dưỡng khác nhau

Có 9 loài Rotatoria, 6 loài Cladocera và 4 loài Copepoda thuộc nhóm rộng dinh dưỡng

Bảng 4. Danh mục các loài động vật nổi có khả năng làm chỉ thị sinh học cho mức độ dinh dưỡng

Tiêu chí	Tên loài chỉ thị		
	Lớp Rotatoria	Bộ Cladocea	Phân lớp Copepoda
Loài rộng N và P	<i>Lencane leonitina</i> ; <i>Brachionus calyciflorus</i> ; <i>Brachionus caudatus</i> ; <i>Brachionus urceus</i> ; <i>Brachionus plicatilis</i> ; <i>Brachionus angularis</i> ; <i>Brachionus quadridentatus</i> ; <i>Anuraeopsia fissa</i> ; <i>Pompholyx complanata</i>	<i>Moina dubia</i> ; <i>Bosmina longirostris</i> ; <i>Bosminopsis deitersi</i> ; <i>Diaphanosoma leuchtenbergianum</i> ; <i>Diaphanosoma sarsi</i> ; <i>Daphnia lumholtzi</i>	<i>Thermocyclops taihokuensis</i> ; <i>Microcyclops varicans</i> ; <i>Eucyclops serrulatus</i> ; <i>Thermocyclops hyslinus</i>
Loài dinh dưỡng thấp đến trung bình ()	<i>Brachionus budapestinensis</i> ; <i>Brachionus falcatus</i> ; <i>Brachionus forficul</i> ; <i>Keratella tropica</i>	<i>Sida crystallina</i> ; <i>Ceriodaphnia quadraugula</i> O.F	
Loài dinh dưỡng trung bình đến cao (TN > 7 mg/l và TP > 0,4 mg/l)		<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> ; <i>Alona davidi</i>	<i>Eucyclops serrulatus</i> ; <i>Ectocyclops phaleratus</i>

(chúng xuất hiện ở mọi mức dinh dưỡng) đồng thời thường là những loài xuất hiện ở tất cả các kênh mương nghiên cứu. Loài dinh dưỡng N, P thấp đến trung bình gồm có 2 loài Rotatoria và 2 loài Cladocera, chúng chỉ xuất hiện ở những kênh, mương có chất lượng nước tốt và mức độ dinh dưỡng thấp. Ngược lại là loài dinh dưỡng trung bình đến cao gồm có 2 loài Cladocera và 2 loài Copepoda. Bên cạnh đó còn có tổng số 44 loài do tần suất xuất hiện trong thời gian nghiên cứu chưa đủ dày nên không thể kết luận đặc điểm thích nghi dinh dưỡng của chúng.

4. KẾT LUẬN

ĐVN tại các kênh mương thủy lợi nghiên cứu trên địa bàn Gia Lâm có 71 loài ĐVN được tìm thấy thuộc 3 nhóm lớn là lớp Rotatoria (39 loài), bộ Cladocera (22 loài) và phân lớp Copepoda (10 loài). Giá trị đa dạng ĐVN ở mức trung bình, các mương có mức dinh dưỡng cao (TSI nằm trong khoảng 80 - 100%) thường kém đa dạng hơn so với các mương có mức dinh dưỡng trung bình (TSI nằm trong khoảng 60 - 80%). Trong các nhóm Rotatoria có xu hướng ưu thế lớn

ở mức dinh dưỡng cao, trong khi Cladocera và Copepoda phân bố rộng và ổn định hơn.

Tại 16 điểm nghiên cứu, một số loài chỉ thích hợp ở mức độ dinh dưỡng thấp đến trung bình (TN: 0 - 7 mg/l và TP: 0 - 0,4 mg/l) như *Brachionus budapestinensis*, *Brachionus falcatus*, *Brachionus forficula*, *Keratella tropica* (Rotatoria); *Sida crystallina*, *Ceriodaphnia quadraugula* (Cladocera). Bên cạnh đó, có một số loài chỉ thích hợp ở mức độ dinh dưỡng từ trung bình tới cao như *Ceriodaphnia laticaudata*, *Alona davidi* (Cladocera); *Eucyclops serrulatus*, *Ectocyclops phaleratus* (Copepoda). Chúng là những loài có khả năng trở thành sinh vật chỉ thị cho chất lượng nước trên địa bàn, tương ứng là sinh vật nhạy cảm và sinh vật chống chịu dinh dưỡng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bộ Tài Nguyên và Môi Trường (2015). Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2014 - Môi trường nông thôn, Nhà xuất bản Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
- Dương Trí Dũng, Nguyễn Hoàng Oanh (2011). Đặc điểm động vật nổi trên kênh, rạch ô nhiễm ở Cần

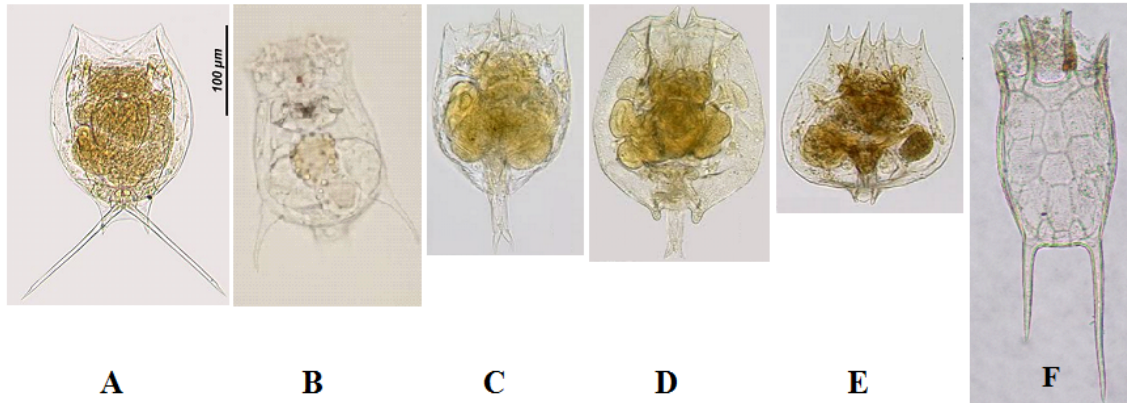
- Thơ vào mùa khô, Tạp chí khoa học Đại học sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, 30: 108 - 116.
- Lê Văn Khoa, Nguyễn Xuân Quỳnh và Nguyễn Quốc Việt (2007). Chỉ thị sinh học môi trường, Nhà xuất bản Giáo Dục.
- Nguyễn Thị Kim Liên, Diệp Ngọc Gái, Huỳnh Trường Giang và Vụ Ngọc Út (2014). Thành phần động vật nổi trên sông Hậu, đoạn thuộc tỉnh Hậu Giang, Sóc Trăng vào mùa khô, Tạp chí khoa học, Trường đại học Cần Thơ, số chuyên đề Thủy sản, 2: 284 - 291.
- Vũ Trung Tạng (2009). Sinh thái học các hệ sinh thái nước, Nhà xuất bản Giáo dục.
- Đặng Ngọc Thanh, Thái Trần Bái, Phạm Văn Miên (1980). Định loại động vật không xương sống nước ngọt Bắc Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật.
- 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, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- Carlson R.E. (1977). A Trophic State Index for Lakes, Limnol Oceanography, 22: 361 - 369.
- Dag O. Hessen, Tom Andersen, Pal Brettum and Bjørn A. Faafeng (2003). Phytoplankton contribution to sestonic mass and elemental ratios in lakes: Implications for zooplankton nutrition, Limnol. Oceanogr., 48(3): 1289 - 1296.
- Scholten M.C. Th., E.M. Foekema, H.P. Van Dokkum, N.H.B.M. Kaag and R.G. Jak (2005). Eutrophication Management and Ecotoxicology, Springer Berlin Heidelberg.

Phụ lục. Danh mục các loài động vật nổi trên địa bàn nghiên cứu

STT	Tên loài	Mật độ trung bình (cá thể/m ³ ; n = 1 - 48)	Tần suất xuất hiện (n = 48)
1	<i>Rotatoria neptunia</i> (Ehrenberg)	267	3
2	<i>Philodina roseola</i> (Ehrenberg)	533	4
3	<i>Trichocera simillis</i> (Wierzejski)	467	5
4	<i>Trichocera tigris</i> (Muller)	800	1
5	<i>Trichocera longiseta</i> (Schrank)	267	5
6	<i>Trichocera pusilla</i> (Lauterborn)	800	1
7	<i>Ploesoma lenticulare</i> (Herrick)	400	1
8	<i>Ploesoma truncatum</i> (Levander)	450	3
9	<i>Polyarthra vulgaris</i> (Carlin)	600	1
10	<i>Asplanthopus multiceps</i> (Schrank)	2.400	5
11	<i>Lencane luna</i> (Muller)	2.517	3
12	<i>Lencane leonitina</i> (Turner)	2.230	15
13	<i>Lencane hasata</i> (Muray)	500	1
14	<i>Lencane signifera ploenensis</i> (Voigt)	200	3
15	<i>Lencane quadridentata</i> (Ehrenberg)	267	5
16	<i>Lencane stenroosi</i> (Meissner)	250	1
17	<i>Lencane crenata</i> (Harring)	500	2
18	<i>Lencane bulla</i> (Gosse)	2.750	1
19	<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg)	600	3
20	<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenbeg)	700	3
21	<i>Lepadella patella</i> (Muller)	200	2
22	<i>Dipleuchlanis propatuaia</i> (Gosse)	1.500	5
23	<i>Brachionus angularis</i> (Gosse)	36.945	17
24	<i>Brachionus budapestinensis</i> (Daday)	1770	8
25	<i>Brachionus diversicornis</i> (Daday)	700	3
26	<i>Brachionus calyciflorus</i> (Pallas)	2.223	26
27	<i>Brachionus caudatus</i> (Apstein)	5.758	23
28	<i>Brachionus urceus</i> (Linnaeus)	16.409	32

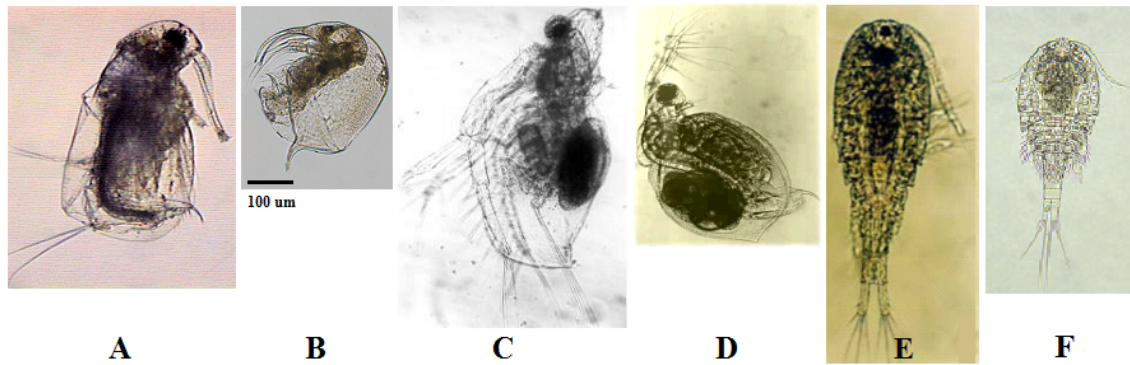
29	<i>Brachionus falcatus</i> (Zacharias)	1.594	6
30	<i>Brachionus plicatilis</i> (Muller)	70.461	35
31	<i>Brachionus forficula</i> (Wierzejski)	5.530	8
32	<i>Platyas quadridentatus</i> (Ehrenbeg)	167	3
33	<i>Brachionus quadridentatus</i> (Hermann)	3.981	12
34	<i>Platyas patulus</i> (Muller)	2.075	3
35	<i>Keratella tropica</i> (Apstein)	1.650	6
36	<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	350	4
37	<i>Anuraeopsia fissa</i> (Gosse)	2.175	17
38	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)	600	3
39	<i>Pompholyx complanata</i> (Gosse)	3.492	11
40	<i>Bosmina logirostris</i> (Muller)	9.067	12
41	<i>Bosminopsis deitersi</i> (Richard)	9.958	14
42	<i>Sida crystallina</i> (Muller)	1.310	8
43	<i>Diaphanosoma leuchtenbergianum</i> (Fischer)	24.323	42
44	<i>Diaphanosoma sarsi</i> (Richard)	32.257	41
45	<i>Macrothrix triserialis</i> (Brady)	2.000	1
46	<i>Macrothrix spinosa</i> (King)	325	3
47	<i>Moinodaphnia macleayii</i> (King)	8.375	3
48	<i>Moina dubia de</i> (Guerne et Richard)	5.932	23
49	<i>Daphnia lumholtzi</i> (Sars)	6.153	23
50	<i>Daphnia carinata</i> (King)	1.892	9
51	<i>Ceriodaphnia rigaudi</i> (Richard)	650	2
52	<i>Ceriodaphnia quadraugula</i> O.F. (Muller)	890	8
53	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> (Muller)	7.342	9
54	<i>Dadaya macrops</i> (Daday)	583	5
55	<i>Chydoru sphaericus sphaericus</i> O.F. (Muller)	2.533	5
56	<i>Disparalona rostrata</i> (Koch)	1.500	2
57	<i>Pleuroxus hamatus hamatus</i> (Birge)	200	1
58	<i>Alona guttata guttata</i> (Sars)	200	1
59	<i>Alona davidi</i> (Richard)	5.688	6
60	<i>Leydigia acanhocercoides</i> (Fisher)	3.250	2
61	<i>Copepod naupli</i>	22.844	40
62	<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	513	4
63	<i>Eucyclops speratus</i> (Lilljeborg)	17.136	35
64	<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer)	413	3
65	<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch)	1.046	9
66	<i>Tropocyclops prasinus</i> (Fischer)	500	2
67	<i>Microcyclops varicans</i> (Vars)	19.904	44
68	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	2.600	1
69	<i>Thermocyclops taihokuensis</i> (Harada)	2.658	9
70	<i>Thermocyclops hyslinus</i> (Rehberg)	3.401	29
71	<i>Attheyella vietnamica</i> (Borutzky)	1.000	1

Ghi chú: Mật độ trung bình chỉ tính tại các vị trí có xuất hiện.



Hình 5. Một số loài Rotatoria xuất hiện trên địa bàn nghiên cứu

Ghi chú: (A) *Lecane leontina*; (B) *Brachionus calyciflorus*; (C) *Brachionus urceus*; (D) *Brachionus angularis*; (E) *Brachionus quadridentatus*; (F) *Keratella tropica*.



Hình 6. Một số loài Cladocera và Copepoda xuất hiện trên địa bàn nghiên cứu

Ghi chú: (A) *Moina dubia*; (B) *Bosmina longirostris*; (C) *Diaphanosoma sarsi*; (D) *Ceriodaphnia laticaudata*; (E) *Thermocyclops taihokuensis*; (F) *Microcyclops varicans*.