

## Đánh giá hàm lượng PCBs, PAHs, sterol trong nước sông tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh bằng phần mềm AIQS-DB tích hợp trên GCMS

Nguyễn Thanh Thảo<sup>1\*</sup>, Dương Thị Hạnh<sup>1</sup>, Nguyễn Quang Trung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>2</sup>Trung tâm Đào tạo, Tư vấn và Chuyển giao Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Đến Tòa soạn 4-4-2016; Chấp nhận đăng 25-10-2016

### Abstract

Twenty river water samples were taken seasonally in Hanoi and Ho Chi Minh City and analysed for sterol, PCBs and PAHs by using automated identification and quantification system using GCMS-database (AIQS-DB). The highest concentrations were observed for sterol (0.15 to 65.5 µg/L), followed by PCBs (0.1-17.6 ng/L), and PAHs (0.02-229 µg/L). The detection frequencies of PCBs and PAHs were higher in the dry season compared to the rainy season, which probably due to low water levels of the rivers in the dry season. These compounds were detected at relatively low concentrations; however the presence of these contaminants in river systems may give the bad effect to the aquatic organisms.

**Keywords.** AIQS-DB, river water, PCBs, PAHs, sterol.

### 1. MỞ ĐẦU

Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh là hai trung tâm kinh tế lớn nhất cả nước. Quá trình công nghiệp hóa và đô thị hóa nhanh làm gia tăng ô nhiễm, đặc biệt là ô nhiễm nước sông do nước thải sinh hoạt không qua xử lý, thải bỏ trực tiếp vào hệ thống kênh rạch nội thị. Một số nghiên cứu trước đây về ô nhiễm các hợp chất hữu cơ đa vòng thơm (PAHs), nhóm thuốc trừ sâu cơ clo (OCPs) và PCBs đã được thực hiện tại một số khu vực tại Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh (Tp. Hồ Chí Minh), tuy nhiên các nghiên cứu này còn rất hạn chế, phải sử dụng nhiều phương pháp xử lý và phân tích cho các nhóm chất riêng biệt. Phần mềm AIQS-DB là một phần mềm cho phép phân tích sàng lọc hơn 943 các hợp chất hữu cơ trong cùng một lần phân tích mẫu, không sử dụng chuẩn mà chỉ sử dụng nội chuẩn. Trong phần mềm đã bao gồm đường chuẩn, mảnh phổ và thời gian lưu các chất. Khi phân tích thì người sử dụng máy phải đưa điều kiện máy GCMS về đúng với điều kiện máy khi tác giả lập đường chuẩn. Thời gian lưu thực tế của chất phân tích không được sai khác quá 3 giây so với thời gian lưu trong cơ sở dữ liệu. Dung dịch kiểm soát được sử dụng để kiểm tra thời gian lưu thực tế. 20 mẫu nước mặt tại Hà Nội và TP. Hồ Chí Minh, lấy vào mùa mưa và mùa khô nhằm nghiên cứu sự phân bố theo mùa của PCBs, PAHs và sterols. Các mẫu được xử lý và phân tích

bằng phần mềm AIQS-DB trên thiết bị GC-MS. Hiện phần mềm này đã được ứng dụng rộng rãi trong các nghiên cứu tại Nhật Bản, Trung Quốc, Australia) và Việt Nam [1, 2].

### 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Phương pháp lấy mẫu

20 mẫu nước được lấy tại các kênh rạch tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh vào mùa khô (tháng 4, 2013) và mùa mưa (tháng 10, 2013). Mẫu sau đó được chứa vào chai thủy tinh 1L và được bảo quản tại 4 °C tới khi phân tích [3].

#### 2.2. Hóa chất

- Các hoá chất: *n*-hexan, axeton, diclometan của hãng JT. Baker, USA và muối NaCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (nung 700 °C, 4 giờ) của hãng Merck; Dung dịch nội chuẩn (Internal Standard mixture) bao gồm 08 chất (4-chlorotoluen; 1,4-dichlorobenzen-d4; acenaphthanlene-d10; naphthalen; phenantheree-d10; fluoranthen-d10; Chrysen-d12; Perylen-d12); dung dịch chuẩn kiểm soát: *n*-alkan (C<sub>9</sub>-C<sub>33</sub>) dùng để xác định thời gian lưu (1 ppm) [3]; dung dịch chuẩn đồng hành: dung dịch 18 chất (1 ppm) có trong cơ sở dữ liệu phần mềm AIQS-DB.

### 2.3. Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm

Cân phân tích độ chính xác đến  $10^{-4}$  g, máy siêu âm ultrasonic. Hệ chiết mẫu lỏng tự động Shaker A - 300. Hệ thống cất quay chân không Buchi R-200 với hệ điều khiển V-800. Bộ thổi khí  $N_2$ . Thiết bị sắc ký khí GC/MS-QP 2010, Shimadzu, một số dụng cụ thủy tinh khác.

Bảng 1: Vị trí lấy mẫu tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh

Tên mẫu	Vị trí lấy mẫu	Tọa độ
HN1	Cầu Noi	21°3'41,69'' 105°46'20,50''
HN2	Cầu Mẫu Lương	20°57'39,81'' 105°47'46,65''
HN3	Cầu Mọc	21°3'31,89'' 105°48'48,58''
HN4	Cầu Định Công	20°58'58,58'' 105°50'5,18''
HN5	Cầu Voi	20°59'27,88'' 105°51'46,61''
HCM1	Cầu Bến Súc	11°9'22,15'' 106°27'5,52''
HCM2	Cầu Phú Long	10°53'25,06'' 106°41'31,30''
HCM3	Cầu Sài Gòn	10°47'56,04'' 106°43'37,94''
HCM4	Cầu Đồng Nai	10°54'5,71'' 106°50'20,80''
HCM5	Bến phà Bình Khánh	10°40'1,60'' 106°46'27,41''

### 2.4. Quy trình xử lý mẫu

Mẫu nước được để đến nhiệt độ phòng trước khi phân tích. Lấy 500 mL mẫu nước cho vào phễu chiết dung tích 1L, thêm 30 g muối NaCl vào để tăng khả năng phân tách giữa pha nước và pha dung môi. pH của mẫu được điều chỉnh tới pH = 7 bằng 1 ml dung dịch đệm photphat và thêm 100 µl dung dịch chuẩn đồng hành có nồng độ 10 µg/mL. Tiến hành chiết mẫu 3 lần bằng dung môi diclorometan với thể tích dung môi lần lượt là 100 ml, 50 ml, 50 ml. Sau khi chiết, dịch chiết được loại nước bằng cách cho chảy qua phễu thủy tinh chứa muối  $Na_2SO_4$  khan (10 g). Sau loại nước, dịch chiết được cô đặc về 2-3 ml bằng máy cất quay chân không. Chuyển dung môi bằng cách thêm 10 ml *n*-hexan vào dịch chiết, sau đó cô cất quay chân không về 5 ml. Quy trình này được lặp lại 2 lần. Dịch chiết cuối cùng được làm giàu

chính xác về 1ml sử dụng dòng khí  $N_2$ . Sau đó thêm 100 µl dung dịch nội chuẩn có nồng độ 10 µg/mL [6, 7]. Tiến hành đo mẫu trên thiết bị GC/MS và xử lý kết quả phân tích trên phần mềm AIQS-DB.

### 2.5. Điều kiện phân tích trên GCMS

943 hợp chất trong phần mềm AIQS-DB được đo trên GC/MS bằng phương pháp SIM/TIM với điều kiện GC/MS: Cột sắc ký DB-5 ms (Agilent Technologies, San Jose, CA, USA) (dài 30 m, đường kính trong 0,25 mm, bề dày lớp pha tĩnh 0,25 µm). Chương trình nhiệt độ cột được cài đặt ở 40 °C (2 phút), tăng đến 300 °C (8 °C/phút) và giữ ở 300 °C (4 phút). Phương pháp bơm mẫu với 1µL, chế độ splitless mode, khí mang He với vận tốc 40cm/giây, tốc độ dòng không đổi. Nhiệt độ cổng bơm mẫu, nguồn ion và interface tương ứng là 250 °C, 200 °C và 300 °C. Hiệu chỉnh máy theo EPA 625 [5].

### 2.6. Kiểm soát chất lượng

Bảng 2: Danh sách các chất được đăng ký trong cơ sở dữ liệu AIQS-DB trên thiết bị GC/MS [7]

STT	Tên nhóm chất (phân theo nguồn gốc hoặc mục đích sử dụng)	Số hợp chất có thể xác định được
(1)	(2)	(3)
1	Thuốc diệt côn trùng	184
2	Thuốc trừ cỏ	108
3	Thuốc trừ nấm	109
4	Thuốc trừ sâu khác	36
5	Sterols	7
6	Chống oxi hóa	6
7	Nước hoa và mỹ phẩm	11
8	Thuốc khử trùng, khử khuẩn	4
9	Axit béo metyl este	36
10	Chất chậm cháy	13
11	Chất dẻo	14
12	Chất chuyển hóa sau tẩy rửa	3
13	Chất bảo vệ sức khỏe	18
14	Chất nguồn gốc trang điểm	28
15	Dầu mỏ	26
16	Các chất khác có nguồn gốc sinh hoạt	29
17	Chất trung gian trong tổng hợp hữu cơ	59
18	Chất trung gian sản xuất nhuộm	26
19	Chất trung gian trong sản xuất thuốc trừ sâu	6
20	Chất trung gian trong tổng hợp cao su	8
21	Dung môi	17
22	PAHs	46

(1)	(2)	(3)
23	PCBs và PCNs	91
24	Chất nổ	6
25	Chất có nguồn gốc công nghiệp khác	45
26	Chất nội chuẩn	8
	Tổng cộng	943

Độ chính xác của mỗi mẫu phân tích được kiểm tra bằng độ thu hồi của 38 chất chuẩn đồng hành, là các chất được chọn để đại diện cho những nhóm chất chính trong tổng số 943 chất trong phần mềm. Độ thu hồi 38 chất đạt từ 68-130 % với độ lệch chuẩn tương đối < 22 % cho hầu hết các chất, ngoài trừ một số các chất không phân cực cao như phenol và amine là những chất khó chiết với diclorometan. Mẫu trắng được sử dụng để kiểm soát sự nhiễm bẩn của mẫu.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Nồng độ các hợp chất PCBs, sterol và PAHs phát hiện được thể hiện trong bảng 3. Kết quả cho thấy 100 % các mẫu nước sông ở Hà Nội và Tp. Hồ Chí Minh đều có sự xuất hiện các nhóm chất sterol, PCBs và PAHs, trong đó các hợp chất sterol động, thực vật xuất hiện với nồng độ cao nhất, tập trung cao vào mùa mưa với khoảng nồng độ 0,15-65,5 µg/L. Sterol có nồng độ cao hơn so với PCBs và PAHs tại cả 2 mùa mưa và mùa khô. Kết quả cho thấy các sterol xuất hiện trong mẫu nước với tỉ lệ khác nhau, từ 9-100 % số mẫu nước có mặt từ một đến vài hợp chất sterol. Cholesterol và coprostanol là 2 chất thuộc nhóm sterol có nồng độ cao nhất vào mùa khô với nồng độ lần lượt là 65,5 µg/L (HN3) và 57,8 µg/L (HN5). Coprostanol được biết đến như là chỉ thị về ô nhiễm nước thải đô thị chưa qua xử lý và

nước thải bị ô nhiễm bởi phân thải từ động vật. Nghiên cứu của Leming và Murtaugh [7, 8] đã chỉ ra rằng tỷ lệ giữa copostanol/cholesterol > 0,2 chứng tỏ nguồn nước bị ô nhiễm bởi nước thải, trong khi đó tỷ lệ giữa copostanol/cholesterol > 0,3 chứng tỏ nguồn nước bị ô nhiễm bởi nước thải có phân động vật. Trong nghiên cứu này tỷ lệ giữa copostanol/cholesterol > 0,3 được tìm thấy tại tất cả các điểm lấy mẫu tại Hà Nội trong khi đó giá trị < 0,1 được thấy tại tất cả các điểm nghiên cứu tại Tp. Hồ Chí Minh (hình 6). Điều đó chứng tỏ các sông, kênh rạch tại Hà Nội bị ô nhiễm bởi nước thải chứa phân động vật chưa qua xử lý.

PCBs tập trung cao vào mùa khô, tần suất xuất hiện khoảng 85 % trong các mẫu, với nồng độ dao động từ 0,1-17,6 ng/L. Nồng độ các mẫu ở Hà Nội cao hơn mẫu nước sông lấy tại Tp. Hồ Chí Minh. Nồng độ cao nhất được ghi nhận tại mẫu N5 (cầu Voi). Tuy nhiên nồng độ PCBs phát hiện trong các mẫu đều thấp hơn nồng độ cho phép trong nước mặt theo QC 08:2008-BTNMT [8].

PAHs được ghi nhận nồng độ cao hơn vào mùa mưa với nồng độ 0,02-229 µg/L. Các mẫu tại Hà Nội có nồng độ cao hơn hẳn các mẫu nước sông tại Tp. Hồ Chí Minh. Tuy nhiên, nồng độ PAHs trong các mẫu đều rất thấp. PAHs và PCBs là nhóm chất bán phân cực và không phân cực nên chúng có xu hướng tích lũy trong trầm tích và sinh vật [9]. Do đó, nồng độ của nhóm chất này trong môi trường nước tương đối thấp. Tuy nhiên, sự xuất hiện của nhóm chất này trong mẫu nước tại Hà Nội và Tp. Hồ Chí Minh có thể do chúng có trong huyền phù của mẫu nước. Mặc dù nồng độ của các hợp chất trên với hàm lượng thấp nhưng cũng cho thấy mức độ nguy hiểm của các hợp chất này đối với con người và sinh vật nếu không có các biện pháp xử lý tại nguồn phát sinh.

Bảng 3: Nồng độ PCBs (ng/L) trong mẫu nước sông lấy vào mùa khô (A) và mùa mưa (B)

Tên hợp chất	HN1		HN2		HN3		HN4		HN5		HCM1		HCM2		HCM3		HCM4		HCM5		
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	
PCB#18	-	-	0,21	-	-	-	-	-	1,03	3,81	-	-	-	0,24	0,03	-	-	-	-	-	-
PCB#22	-	-	0,07	-	-	-	-	-	0,31	1,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PCB#28	-	-	0,40	0,1	0,23	0,19	0,09	-	2,1	8,57	-	-	-	0,32	-	-	-	-	0,01	-	
PCB#33	-	-	0,12	-	0,06	-	-	-	0,59	2,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PCB#37	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	1,07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PCB#105	-	-	-	0,16	0,04	-	0,04	-	0,04	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PCB#110	-	-	0,09	0,24	0,3	0,12	0,18	-	0,3	0,27	-	-	0,02	-	-	-	0,03	-	-	-	
PCB#118	-	-	0,10	0,45	0,27	0,13	0,18	-	0,16	0,2	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-	
PCB#138	-	-	0,03	0,13	0,08	-	0,03	-	0,03	-	-	-	0,01	-	0,01	-	-	-	-	-	
PCB#153	-	-	0,04	0,12	0,06	-	0,03	-	0,02	-	-	-	0,01	-	-	-	0,03	-	-	-	
<b>Tổng</b>	-	<b>0</b>	<b>1,06</b>	<b>1,2</b>	<b>1,04</b>	<b>0,44</b>	<b>0,55</b>	<b>0</b>	<b>4,98</b>	<b>17,63</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,04</b>	<b>0,56</b>	<b>0,04</b>	<b>0</b>	<b>0,09</b>	<b>0</b>	<b>0,01</b>	<b>0</b>	

Bảng 4: Nồng độ sterols ( $\mu\text{g/L}$ ) trong mẫu nước sông tại Hà Nội lấy vào mùa khô (A) và mùa mưa (B)

Tên hợp chất	HN1		HN2		HN3		HN4		HN5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
beta-Sitosterol	2,8	1,2	16,8	4,3	25,2	7,1	17,3	7,0	23,2	5,8
Cholesterol	5,3	2,1	37,5	13,0	65,5	30,0	50,8	37,0	60,4	24,0
Coprostanol	2,0	5,5	30,9	12,0	57,4	26,0	43,9	33,0	57,8	20,0
Ergosterol	-	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Stigmasterol	3,6	0,5	8,6	1,7	13,6	2,1	7,1	3,9	8,7	2,2
Cholestane	-	-	0,1	-	0,1	-	0,0	-	0,0	-
Epicoprostanol	0,3	1,7	10,1	3,7	21,2	8,6	14,6	12,0	19,5	7,3
Coprostanone	-	1,3	7,1	2,6	15,5	6,1	10,4	10,0	13,7	5,4
Cholestanol	0,8	1,6	10,9	7,3	24,0	11,0	16,6	18,0	23,3	9,3
Campesterol	0,7	0,6	4,4	1,7	6,6	3,0	3,9	4,3	5,9	3,0
<b>Tổng</b>	<b>15,4</b>	<b>14,8</b>	<b>126,4</b>	<b>46,6</b>	<b>229,2</b>	<b>93,9</b>	<b>164,7</b>	<b>125,2</b>	<b>212,4</b>	<b>77,0</b>

Bảng 5: Nồng độ sterols ( $\mu\text{g/L}$ ) trong mẫu nước sông tại Tp. Hồ Chí Minh lấy vào mùa khô (A) và mùa mưa (B)

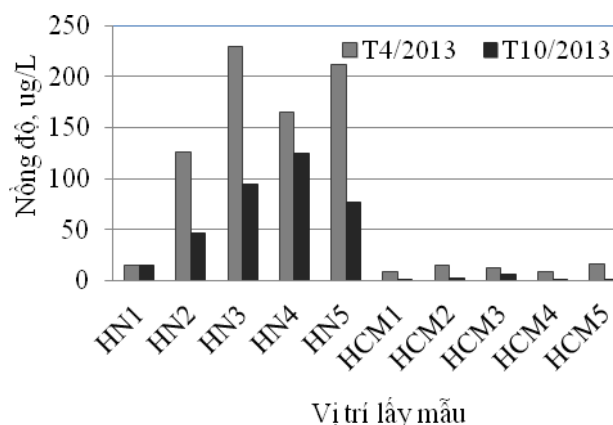
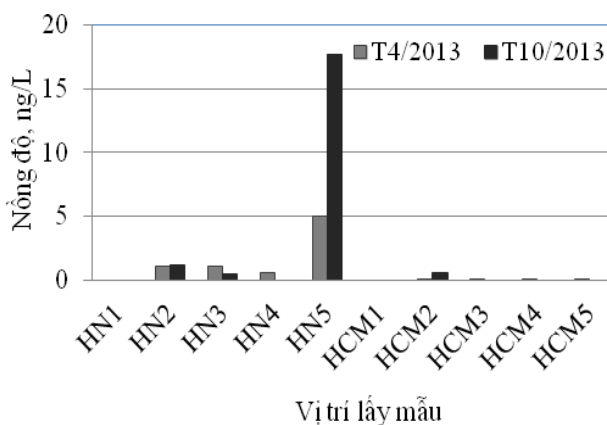
Tên hợp chất	HCM1		HCM2		HCM3		HCM4		HCM5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
beta-Sitosterol	1,6	0,2	3,3	0,4	2,3	0,7	2,0	0,2	4,0	0,3
Cholesterol	1,4	0,5	4,3	0,9	2,7	1,8	1,3	0,7	2,9	0,6
Coprostanol	0,1	0,0	0,5	0,2	0,3	0,6	-	0,0	0,2	0,1
Ergosterol	0,6	-	1,0	-	0,4	0,8	0,5	0,1	1,1	0,2
Stigmasterol	3,5	0,1	3,0	0,2	1,3	0,3	4,7	0,1	3,6	0,1
Cholestane	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Epicoprostanol	0,3	0,0	0,1	0,1	3,9	0,2	0,0	-	4,2	0,0
Coprostanone	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
Cholestanol	0,3	0,2	0,9	0,3	0,6	0,9	0,2	0,1	0,6	0,3
Campesterol	0,3	0,1	1,7	0,2	1,0	0,4	0,6	0,1	0,2	0,1
<b>Tổng</b>	<b>8,2</b>	<b>1,2</b>	<b>14,9</b>	<b>2,4</b>	<b>12,5</b>	<b>5,7</b>	<b>9,3</b>	<b>1,3</b>	<b>16,9</b>	<b>1,7</b>

Bảng 6: Nồng độ PAHs ( $\mu\text{g/L}$ ) trong mẫu nước sông tại Hà Nội lấy vào mùa khô (A) và mùa mưa (B)

Tên hợp chất	HN1		HN2		HN3		HN4		HN5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Naphthalene	-	-	-	-	0,146	-	0,05	-	0,17	-
1-Methylnaphthalene	-	-	-	-	0,012	0,02	-	-	0,021	0,01
2-Methylnaphthalene	-	-	-	-	0,007	-	-	-	0,021	-
2-Methylphenanthrene	-	-	0,007	-	-	-	-	-	-	-
3-Methylphenanthrene	-	-	0,006	-	-	-	-	-	-	-
Acenaphthene	-	-	0,002	-	0,006	-	0,003	-	0,006	-
Fluorene	-	-	0,005	-	0,008	-	0,004	-	0,009	-
Phenanthrene	-	0,01	0,022	0,02	0,037	0,08	0,019	0,05	0,029	0,04
Pyrene	-	-	0,008	-	0,018	0,02	0,013	-	0,013	0,01
Chrysene & Triphenylene	-	-	0,003	-	0,004	-	0,004	-	0,005	-
Indenol(1,2,3-cd)pyrene	-	-	0,013	-	-	-	0,017	-	0,032	-
<b>Tổng nồng độ PAHs</b>	-	<b>0,013</b>	<b>0,066</b>	<b>0,024</b>	<b>0,238</b>	<b>0,127</b>	<b>0,11</b>	<b>0,047</b>	<b>0,306</b>	<b>0,064</b>

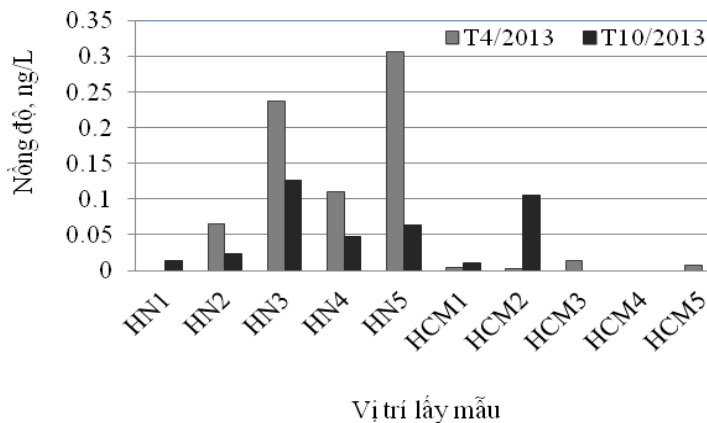
Bảng 7: Nồng độ PAHs ( $\mu\text{g/L}$ ) trong mẫu nước sông tại Tp. Hồ Chí Minh lấy vào mùa khô (A) và mùa mưa (B)

Tên hợp chất	HCM1		HCM2		HCM3		HCM4		HCM5	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Naphthalene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1-Methylnaphthalene	-	-	-	0,02	-	-	-	-	-	-
2-Methylnaphthalene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-Methylphenanthrene	-	-	-	-	0,004	-	-	-	-	-
3-Methylphenanthrene	0,003	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-
Acenaphthene	-	-	0,001	0,01	0,003	-	-	-	0,002	-
Fluorene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phenanthrene	-	0,01	-	0,07	0,006	-	-	-	-	-
Pyrene	0,001	-	0,001	-	-	-	-	-	-	-
Chrysene & Triphenylene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indenol(1,2,3-cd)pyrene	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Tổng PAHs</b>	<b>0,004</b>	<b>0,01</b>	<b>0,002</b>	<b>0,106</b>	<b>0,013</b>	-	-	-	<b>0,007</b>	-

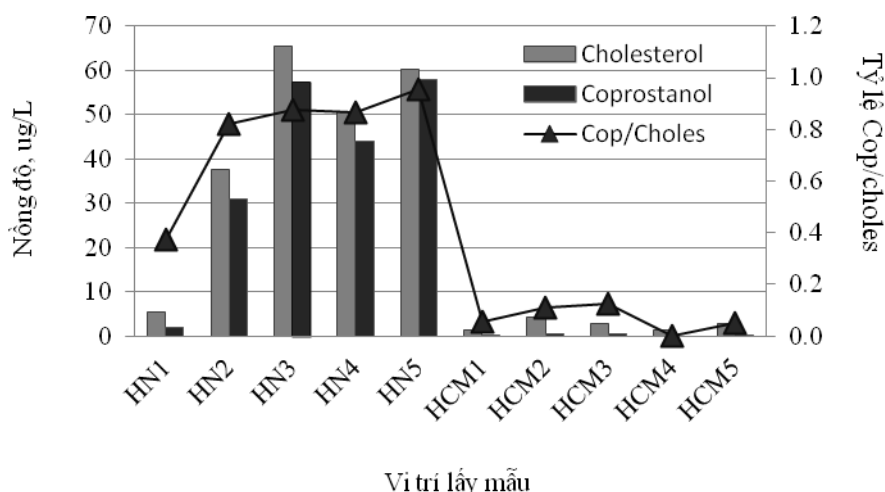


Hình 1: Tổng nồng độ các hợp chất PCBs trong mẫu nước sông theo mùa

Hình 2: Tổng nồng độ các steroid trong mẫu nước sông theo mùa



Hình 3: Tổng nồng độ các hợp chất PAHs trong mẫu nước sông theo mùa



Hình 4: Nồng độ cholesterol, coprostanol và tỷ lệ giữa coprostanol/cholesterol trong mẫu nước lấy vào mùa khô (T4/2013)

#### 4. KẾT LUẬN

Đây là nghiên cứu đầu tiên về ô nhiễm sterol, PCBs và PAHs trong các kênh, rạch nội thị tại Hà Nội và Tp. Hồ Chí Minh sử dụng hệ thống phát hiện và định lượng tự động với cơ sở dữ liệu AIQS-DB trên thiết bị GC-MS. PCBs, PAHs và sterol được phát hiện với tần suất và nồng độ thấp. Nồng độ sterol cao hơn so với PCBs và PAHs là do nguồn nước thải sinh hoạt chưa qua xử lý được thải bỏ trực tiếp vào các kênh rạch nội thị. Kết quả thu được từ nghiên cứu này là tiền đề cho những nghiên cứu sâu hơn tiếp theo nhằm đánh giá độc tính sinh học của nhóm chất PCBs, PAHs và sterol được phát hiện đối với hệ sinh thái dưới nước.

**Lời cảm ơn.** Nghiên cứu này được là kết quả nghiên cứu của Nhiệm vụ Hợp tác Quốc tế JSPS mã số VAST-HTQT.NHAT.01/2012-2014.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Kiwao Kadokami, Xuehua Li, Shuangye Pan, Naoko Ueda, Kenichiro Hamada, Daisuke Jinya, Tomomi Iwamura. *Screening analysis of hundreds of sediment pollutants and evaluation of their effects on benthic organisms in Dokai Bay, Japan*, Chemosphere, **90(2)**, 721-728 (2013).
2. Hanh Thi Duong, Kiwao Kadokami, Shuangye Pan, Naoki Matsuura, Trung Quang Nguyen. *Screening and analysis of 940 organic micro-pollutants in river*

*sediments in Vietnam using an automated identification and quantification database system for GC-MS*, Chemosphere, **107**, 462-472 (2014).

3. Lingxiao Kong, Kiwao Kadokami, Shaopo Wang, Hanh Thi Duong, Hong Thi Cam Chau. *Monitoring of 1300 organic micro-pollutants in surface waters from Tianjin, North China* Chemosphere, **122**, 125-130 (2015).
4. Duong Thi Hanh, Naoki Matsuura, Nguyen Quang Trung. *Screening analysis of a thousand micro-pollutant in Vietnamese rivers*, Southeast Asian Water Environment, **5**, 195-202 (2013).
5. Leeming, R., Ball, A., Ashbolt, N., Nichols, P. *Using faecal sterol from humans and animals to distinguish faecal pollution in receiving water*, Water Research, **30**, 2893-2900 (1996).
6. Murtaugh J. J. & Bunch R. L. *Sterols as a measure of fecal pollution*, J Water Pollut Control Fed. Mar. **39(3)**, 404-409 (1967).
7. Shimadzu Corporation, the University of Kitakyushu. *Database for Simultaneous analysis (Environment)*, Instruction manual (2009).
8. Tổng cục Môi trường và Vụ Pháp chế (2008) QCVN08: 2008/BTNMT. *Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng nước mặt* (2008).
9. Navas JM, Segner H. *Anti-estrogenicity of  $\beta$ -naphthoflavone and PAHs in cultured 135 rainbow trout hepatocytes: evidence for a role of the arylhydrocarbon receptor*, Aquat Toicol, **51**, 79-92 (2000).

Liên hệ: Nguyễn Thanh Thảo

Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam  
Số 18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội  
E-mail: thao7980@gmail.com; Điện thoại: 01237005152.