



# ĐÁNH GIÁ DƯ LƯỢNG AXIT XANURIC TRONG NƯỚC MỘT SỐ BỂ BƠI TẠI HÀ NỘI VÀ NGUY CƠ ẢNH HƯỞNG SỨC KHỎE ĐỐI VỚI NGƯỜI BƠI

CÁI ANH TÚ<sup>1\*</sup>, TRẦN THỊ HUYỀN ANGA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

## Tóm tắt:

Clo tự do có tác dụng làm sạch các yếu tố gây ô nhiễm nước bể bơi như vi sinh vật và một số chất thải của con người. Tuy nhiên, dưới tác động của bức xạ cực tím của ánh sáng mặt trời, clo tự do dễ dàng bị phân hủy, làm suy giảm hiệu quả khử trùng. Để khắc phục hạn chế này, axit trichloroisoxyanuric (TCCA) thường được bổ sung nhằm duy trì nồng độ clo tự do ổn định và kéo dài thời gian tác dụng. Trong quá trình phân hủy, TCCA tạo ra axit xyanuric (CYA) - một chất có khả năng ổn định clo trong nước. Tuy nhiên, sự tích tụ CYA ở nồng độ cao có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe con người. Hiện nay, nhiều quốc gia, trong đó có Việt Nam, chưa ban hành quy chuẩn kỹ thuật quy định giới hạn nồng độ CYA trong nước bể bơi. Theo khuyến cáo của Quỹ quốc gia về bể bơi (National Swimming Pool Foundation - NSPF), Hoa Kỳ và Tổ chức Y tế Thế giới (World Health Organization - WHO), nồng độ CYA nên được kiểm soát dưới 100 mg/l để đảm bảo hiệu quả khử trùng và an toàn cho người sử dụng. Nghiên cứu được thực hiện tại 5 bể bơi trong mùa bơi tại Hà Nội đã phát hiện nồng độ CYA tại 2 trong số 5 bể. Bằng các phương pháp: Lấy mẫu nước bể bơi, phân tích mẫu, kết quả nghiên cứu cho thấy, bể P4 có nồng độ CYA dao động từ 36,28 đến 43,11 mg/l, nằm trong giới hạn khuyến cáo; trong khi đó, bể P1 có nồng độ CYA từ 267,87 đến 324,35 mg/l, vượt xa mức khuyến cáo, tiềm ẩn nguy cơ gây ảnh hưởng đến mắt, da và hệ hô hấp của người bơi.

Từ khóa: Axit trichloroisoxyanuric, axit xyanuric, nước bể bơi, nguy cơ sức khỏe.

Ngày nhận bài: 6/2/2025; Ngày sửa chữa: 21/2/2025; Ngày duyệt đăng: 14/3/2025.

## Evaluation of cyanuric acid residue in some swimming pools in Hanoi and their health risk on swimmers

### Abstract:

Free chlorine has an effective disinfectant against contaminants in swimming pool water, including microorganisms and human waste. However, under ultraviolet radiation from sunlight, free chlorine is easily degraded, reducing its disinfection efficacy. To overcome this limitation, trichloroisocyanuric acid (TCCA) is commonly added to maintain a stable concentration of free chlorine and prolong its disinfectant action. During decomposition, TCCA generates cyanuric acid (CYA), a compound that helps stabilize chlorine in water. Nevertheless, the accumulation of CYA at high concentrations can adversely affect human health. At present, many countries, including Vietnam, have not yet issued technical regulations specifying the permissible concentration of CYA in swimming pool water. According to the recommendations of the National Swimming Pool Foundation (NSPF) USA and the World Health Organization (WHO), CYA concentrations should be maintained below 100 mg/l to ensure disinfection effectiveness and swimmer safety. The study, conducted at five swimming pools during the swimming season in Hanoi, detected CYA concentrations in two out of the five pools. Using methods such as swimming pool water sampling and laboratory analysis, the study found that Pool P4 had CYA concentrations ranging from 36.28 to 43.11 mg/l, which falls within the recommended limits; whereas pool P1 exhibited CYA concentrations ranging from 267.87 to 324.35 mg/l, significantly exceeding the recommended levels and posing potential risks to swimmers' eyes, skin, and respiratory system.

Keywords: Trichloroisocyanuric acid, cyanuric acid, swimming pool water, health risks.

JEL Classifications: N50, N54, O13.

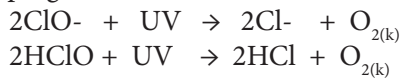
### 1. GIỚI THIỆU

Vệ sinh bể bơi là yêu cầu cần thiết nhằm đảm bảo an toàn cho sức khỏe người bơi. Hai phương pháp chính thường được áp dụng trong xử lý nước bể bơi là pha loãng và khử trùng. WHO và nhiều quốc gia trên thế giới đã ban hành các hướng dẫn nhằm giảm thiểu

rủi ro do các yếu tố vi sinh và hóa học (WHO, 2006). Trung tâm Kiểm soát và Phòng ngừa Dịch bệnh Hoa Kỳ (CDC) đã công bố các thông tin liên quan đến vệ sinh và xử lý nước bể bơi (CDC, 2009). Tại Việt Nam, Thông tư số 02/2011/TT-BVHTTDL của Bộ Văn hóa, Thể thao và Du lịch quy định chất lượng nước bể bơi

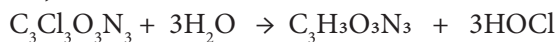
phải tuân thủ theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sinh hoạt (QCVN 02:2009/BYT do Bộ Y tế ban hành).

Clor là chất khử trùng phổ biến và được sử dụng rộng rãi. Clor tồn tại dưới nhiều dạng, bao gồm: Clor lỏng (natri hypoclorit - NaOCl); dạng bột hoặc viên nén (canxi hypoclorit - Ca(ClO)<sub>2</sub>); natri dicloroisocyanurat - C<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub>N<sub>3</sub>NaO<sub>3</sub>; axit tricloroisoxyanuric - C<sub>3</sub>Cl<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>; khí clo được tạo tại chỗ (Cl<sub>2</sub>). Khi hòa tan vào nước, clo chuyển thành dạng hypoclorit có khả năng vô hiệu hóa nhiều loại vi khuẩn và virút nhưng lại dễ bị phân hủy nhanh chóng dưới tác động của tia cực tím với bước sóng λ = 290 - 350 nm. Vào những ngày nắng, từ 90 đến 100% HClO có thể bị phân hủy nhanh chóng trong vài phút bởi các phản ứng quang phân mà chưa kịp phát huy hiệu quả diệt khuẩn (Baxter, 1994; Anping et al., 2020).



Mỗi hợp chất clo đều có những ưu điểm và hạn chế riêng. NaOCl là chất khử trùng rẻ tiền, dễ sử dụng, tuy nhiên axit hypoclorơ (HClO) được tạo ra lại không bền vững, dễ bị phân hủy dưới ánh sáng mặt trời. Ca(OCl)<sub>2</sub> có khả năng khử trùng cao hơn NaOCl, nhưng cũng dễ bị phân hủy khi tiếp xúc ánh sáng mặt trời, đồng thời làm tăng độ cứng của nước (WHO, 2000).

Trong số các hợp chất clo, TCCA ở dạng bột hoặc viên nén phổ biến trên thị trường và dễ dàng sử dụng để khử trùng nước bể bơi. TCCA có tính chất khác biệt so với các dạng còn lại. Đây là hợp chất hữu cơ, không bị phân hủy bởi ánh sáng mặt trời, nhờ đó làm tăng hiệu quả khử trùng trong nước bể bơi. Tuy nhiên, các sản phẩm phụ tạo ra trong nước hồ khi sử dụng TCCA là CYA (H<sub>3</sub>C<sub>3</sub>N<sub>3</sub>O<sub>3</sub>) và axit hypoclorơ (HOCl). Hàm lượng clo khả dụng có thể đạt tới 90% (nhưng 55% trong số đó là CYA), pH dao động trong khoảng 2,8 - 3,0.



TCCA là hợp chất clo tan chậm và đồng thời cung cấp chất ổn định CYA vào nước, giúp clo duy trì hiệu lực dưới ánh nắng mặt trời lâu hơn. Tuy nhiên, TCCA cũng có tính chất dễ bay hơi, dễ nổ và có tính axit, điều này có thể gây ăn mòn các linh kiện kim loại trong hệ thống bể bơi. Khi đó, các ion kim loại có thể hòa tan trong nước và sau đó kết tủa, gây ra hiện tượng ố màu trên bề mặt bể (Falk et al., 2019). Ngoài ra, TCCA có hiệu lực cao trong việc tiêu diệt vi khuẩn, tảo và thường được sử dụng trong xử lý nước bể bơi, nước cấp, ngành thuốc nhuộm. Hợp chất này cũng được sử dụng như một chất tẩy trắng trong công nghiệp dệt may, phổ biến trong phòng và trị bệnh trong chăn nuôi thủy sản, bảo quản rau quả, xử lý hạt giống và trong tổng hợp hóa học hữu cơ... Tuy nhiên, nhược điểm

đáng kể của TCCA là sản sinh ra CYA – một hợp chất có thể gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người khi tích tụ trong nước. Theo Bách khoa toàn thư về Hóa học Công nghiệp (Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2005), CYA được phân loại là “gần như không độc” (Huthmacher & Most, 2005), có hệ số tích lũy sinh học (BCF) thấp, dưới 0,5. Liều gây chết trung bình theo đường uống (LD<sub>50</sub>) ở chuột là 7.700 mg/kg (U.S. Food and Drug Administration, 2007). Nhưng, ở nồng độ cao, CYA có thể gây ra một số rủi ro cho sức khỏe như gây rối loạn tiêu hóa cấp tính (Pickens, 2023; Yuan et al., 2021; Zhu & Kannan, 2020).

Một số nghiên cứu độc tính qua đường uống đã chỉ ra rằng CYA có thể gây tổn thương thận (giãn ống thận, hoại tử hoặc tăng sản biểu mô thận, thâm nhiễm bạch cầu, lắng đọng khoáng chất và xơ hóa) (OECD, 1999). Mặt khác, melamine và CYA có thể tạo thành hỗn hợp gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến chức năng thận (Dobson et al., 2008).

Sở Y tế bang Florida, Hoa Kỳ, quy định nồng độ CYA trong nước bể bơi không được vượt quá 100 mg/l (ppm) nhằm ngăn ngừa các bệnh lý về tiêu hóa, viêm da và các vấn đề sức khỏe khác. Ở một số quốc gia, mức giới hạn tối đa được cho phép cũng là 100 mg/l, theo khuyến nghị từ CDC và NSPF - Hoa Kỳ.

Mặc dù vấn đề dư lượng CYA đã được quan tâm tại nhiều quốc gia phát triển, tại Việt Nam, đây là một chủ đề còn rất mới và chưa được nghiên cứu một cách hệ thống. Nghiên cứu không chỉ là một trong những khảo sát đầu tiên về CYA tại các bể bơi trên địa bàn Hà Nội, mà còn mở ra góc nhìn mới về mối liên hệ giữa việc sử dụng hóa chất xử lý nước bể bơi và các rủi ro sức khỏe tiềm ẩn. Nghiên cứu được thực hiện để khảo sát, phân tích và đánh giá về dư lượng CYA trong nước bể bơi tại Hà Nội, từ đó cung cấp dữ liệu ban đầu để đề xuất các tiêu chí kiểm soát phù hợp trong công tác quản lý bể bơi.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

### 2.1. Đối tượng nghiên cứu

Mẫu nước thu thập từ 5 bể bơi nằm trên địa bàn 4 quận trung tâm của Hà Nội. Việc lấy mẫu được thực hiện vào 3 đợt trong năm 2023, cụ thể vào các ngày 30/3, 4/4 và 17/4 là nơi và thời điểm có nhu cầu bơi rất cao. Các địa điểm được chọn đều là những cơ sở có quy mô vừa với lượng khách phục vụ nhiều mỗi ngày.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Lấy mẫu nước bể bơi: Quy trình lấy, bảo quản và vận chuyển mẫu tuân thủ theo hướng dẫn lấy mẫu nước TCVN 6663-11:2011 và TCVN 6663-3:2008 tại 5 bể bơi thể hiện ở Bảng 1. 5 bể bơi được thu mẫu tương ứng với các mã: P1 (quận Đống Đa), P2 (quận Ba Đình), P3 và P4 (quận Cầu Giấy), P5 (quận Hoàng

**Bảng 1. Một số thông tin về vị trí lấy mẫu nước 5 bể bơi tại 4 quận nội thành Hà Nội**

Bể bơi	Vị trí	Tọa độ		Diện tích bể (m <sup>2</sup> )	Khách/ngày (TB tại thời điểm khảo sát)
		N	E		
P1	Quận Đống Đa	21.01366	105.82309	300	200-300
P2	Quận Ba Đình	21.03236	105.81714	300	200-300
P3	Quận Cầu Giấy	21.04158	105.79403	300	200-300
P4	Quận Cầu Giấy	21.02721	105.78452	400	200-300
P5	Quận Hoàng Mai	20.99193	105.85127	300	200-300

Mai). Cụ thể: Mẫu nước được thu thập tại 4 góc và vị trí trung tâm của bể bơi, ở độ sâu từ 0–30 cm.

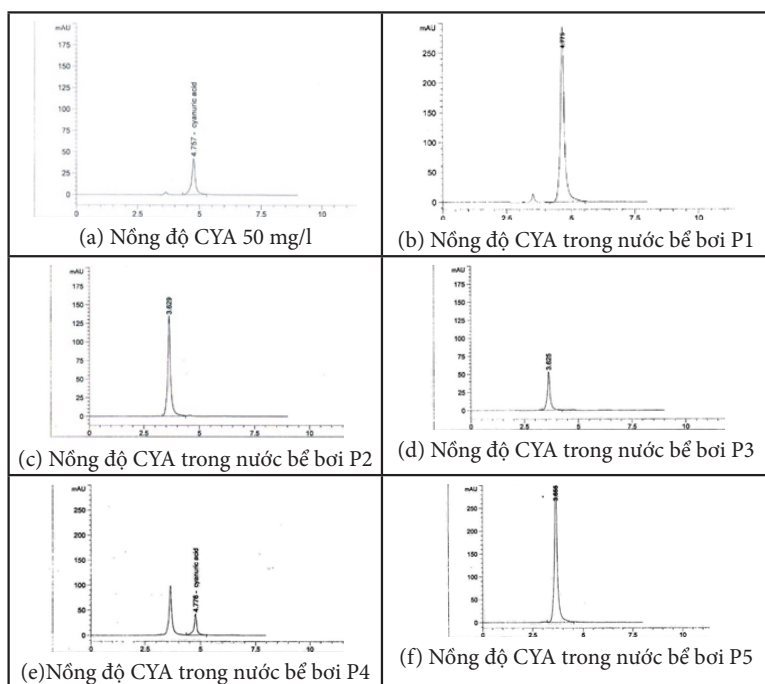
- Phương pháp phân tích mẫu: Các mẫu nước bể bơi được phân tích tại phòng thí nghiệm Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học tự nhiên theo các tiêu chuẩn hiện hành như TCVN 9048:2012 (ISO/TS 15495:2010) và TCVN 13804:2023 (ISO 23970:2021). CYA được phân tích bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu năng cao (HPLC). Thiết bị HPLC sử dụng là Chromaster L-5000 của hãng Hitachi (Nhật Bản), với đầu dò DAD, bước sóng hấp thụ cực đại ( $\lambda_{max}$ ) là 213 nm. Cột sắc ký sử dụng có kích thước 220 x 4.6 mm, pha tĩnh ODS-C18, kích thước hạt 5  $\mu$ m. Pha động là dung dịch K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0,01M, được điều chỉnh pH ở mức 6,7. Tốc độ dòng của pha động là 1 ml/phút. Thể tích mẫu tiêm là 25  $\mu$ l.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Nồng độ CYA trong nước bể bơi

Trong 5 bể bơi, bể P1 và P4 có sự hiện diện của CYA

Hình 1 bao gồm 6 sắc ký đồ, bao gồm một mẫu chuẩn CYA và 5 mẫu nước bể bơi. Hình 1.a thể hiện sắc ký đồ của dung dịch chuẩn CYA nồng độ 50 ppm với đỉnh xuất hiện tại thời gian lưu là 4,7 phút.



Hình 1. Sắc ký đồ của CYA trong các mẫu nước bể bơi

Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện

Dựa trên đó, mẫu nước tại hồ P1 và P4 xuất hiện đỉnh tại thời gian lưu 4,7 phút, chứng tỏ mẫu nước có chứa CYA, trong khi các mẫu nước tại hồ P2, P3 và P5 không xuất hiện đỉnh tại thời gian này – có nghĩa là không phát hiện CYA trong các mẫu đó. Sự xuất hiện của CYA trong nước P1 và P4 được xác định thông qua diện tích đỉnh, tương ứng với nồng độ CYA trong mẫu nước.

#### Nồng độ CYA trong nước bể bơi P1

Theo Bảng 2, nồng độ CYA trong mẫu nước bể bơi P1 tại 3 thời điểm lấy mẫu lần lượt là 267 mg/l, 312 mg/l và 324 mg/l. Theo khuyến nghị của NSPF và WHO, nồng độ CYA trong các bể bơi công cộng sử dụng clo không nên vượt quá 100 mg/l. Tại Hoa Kỳ, trong số 49 bang có quy định cụ thể, có tới 12 mức giới hạn khác nhau được xem là giới hạn tối đa cho CYA, dao động từ 0 đến 150 mg/l. Khoảng 50% các bang ở Hoa Kỳ áp dụng giới hạn 100 mg/l, trong khi NSPF khuyến nghị khoảng giá trị an toàn là từ 10 đến 100 mg/l (Cantu, 2005). Bang New York là nơi duy nhất cấm hoàn toàn việc sử dụng hóa chất này. Ngoài ra, có 8 bang không đề cập đến nồng độ CYA trong các tiêu chuẩn chất lượng nước bể bơi. Nồng độ CYA tại bể bơi P1 trong nghiên cứu này cao hơn giới hạn cho phép từ 2 đến 3 lần theo tiêu chuẩn của NSPF và CDC, Hoa Kỳ. Điều này cho thấy bể bơi P1 đã sử dụng TCCA làm chất khử trùng, với nồng độ CYA là khá cao và có thể gây ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe của người bơi (Bảng 2).

#### Nồng độ CYA trong nước bể bơi P4

Bảng 3 cho thấy bể bơi P4 có chứa CYA với nồng độ dao động từ 36 đến 43 mg/l, thấp hơn mức giới hạn do NSPF và CDC, Hoa Kỳ khuyến nghị. Theo Askins

**Bảng 2. Nồng độ CYA trong nước bể bơi P1**

Mẫu nước	Nồng độ CYA (mg/l)		
	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3
P1.1	267,99	312,81	325,41
P1.2	267,52	312,51	323,86
P1.3	268,23	312,74	323,45
P1.4	267,44	312,13	324,37
P1.5	268,17	312,85	324,66
<b>Trung bình</b>	<b>267,87</b>	<b>312,61</b>	<b>324,35</b>

(2011), nồng độ CYA hiệu quả trong bể bơi là khoảng 20 mg/l; khi nồng độ CYA vượt quá 70 mg/l, hiệu lực diệt khuẩn của clo không tăng thêm, bất kể lượng clo bổ sung (Askins, 2013). Khoảng giá trị lý tưởng của CYA được xác định là 20–70 mg/l. Theo Terry Chappell, nồng độ CYA lý tưởng cho bể bơi thương mại là 30 - 50 mg/l, phù hợp với khuyến nghị của NSPF và WHO (Chappell, 2013).

Theo nghiên cứu của Ümmihan T. Yilmaz và Zehra Yazar (2010), nồng độ CYA trong nước bể bơi tại Ankara (Thổ Nhĩ Kỳ) chỉ dao động từ 2,54 đến 19,7 mg/l và nghiên cứu của Liang et al. (2018) đã kiểm tra hàm lượng CYA trong nước của 21 bể bơi tại Côn Sơn (Trung Quốc) và cho thấy nồng độ CYA là 2 - 79 mg/l, với giá trị trung vị là 20,0 mg/l thấp hơn nhiều so với mức tại bể P4.

Như vậy, có thể thấy rằng bể bơi P4 đã được sử dụng TCCA làm chất khử trùng và nồng độ CYA dao động trong khoảng 30 - 50 mg/l, là mức có hiệu quả diệt khuẩn, đồng thời ít gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người (Bảng 3, Hình 2).

**3.2. Ảnh hưởng của CYA đến sức khỏe con người**

Kết quả từ Hình 2 cho thấy:

Không phát hiện CYA trong mẫu nước của 3 hồ bơi P2, P3 và P5. Có thể các bể bơi này không sử dụng các loại chất khử trùng chứa CYA.

Bể P4 có nồng độ CYA dao động từ 35 - 45 mg/l, trong khoảng nồng độ hiệu quả, đảm bảo hiệu suất khử trùng mà không gây ảnh hưởng đến sức khỏe.

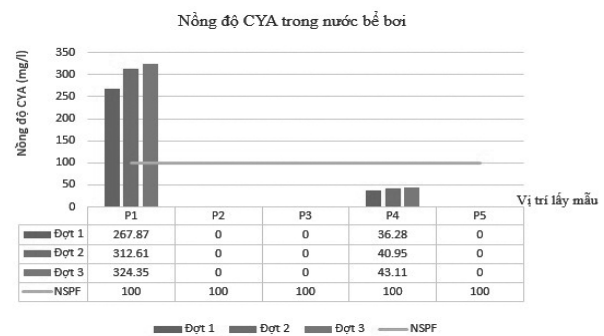
Ngược lại, hồ P1 có nồng độ CYA vượt quá 100 mg/l, cao hơn so với nồng độ giới hạn là khoảng 25 mg/l (Taylor Technologies, Inc., 2011) và gấp 2–3 lần giới hạn khuyến nghị từ NSPF, CDC (Hoa Kỳ) và WHO. Nồng độ này có thể làm giảm hiệu quả khử trùng và gây tích tụ dư lượng trong nước.

**Tác hại của CYA:**

Mặc dù nghiên cứu của Wojtowicz (2001) từng đánh giá CYA là chất có độc tính thấp đối với người và động vật, nhưng các dữ liệu an toàn hóa chất (ScienceLab.com, Inc., 2012) lại chỉ ra rằng CYA có thể gây tác động cấp tính nhẹ khi tiếp xúc qua da, mắt,

**Bảng 3. Nồng độ CYA trong nước bể bơi P4**

Mẫu nước	Nồng độ CYA (mg/l)		
	Đợt 1	Đợt 2	Đợt 3
P4.1	37,98	40,22	42,65
P4.2	34,73	41,31	43,04
P4.3	37,05	40,79	42,33
P4.4	35,98	41,56	43,71
P4.5	35,67	40,87	43,80
<b>Trung bình</b>	<b>36,28</b>	<b>40,95</b>	<b>43,11</b>



**Hình 2. Biểu đồ nồng độ CYA trong nước 5 bể bơi**  
 Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện

hô hấp và tiêu hóa, như: Phát ban da, bệnh đường ruột, kích ứng mắt và các phản ứng viêm khác. Nghiên cứu của Wang và cs. (2021) đã tiến hành phơi nhiễm chuột đực vị thành niên với melamine và CYA – thông qua đường uống với liều 10, 20 và 40 mg/kg/ngày trong 4 tuần liên tục có thể ảnh hưởng xấu đến hệ nội tiết, cụ thể là suy giảm chức năng tuyến giáp, từ đó dẫn đến các hành vi lo âu và trầm cảm (Wang et al., 2021). Thử nghiệm trên thỏ khi tiếp xúc ngoài da và mắt với CYA ghi nhận với liều 200-500mg/kg trọng lượng cơ thể gây kích ứng nhẹ với da sau 24 giờ và gây phản ứng nhẹ như đỏ mắt, không gây tổn thương nghiêm trọng (National Center for Biotechnology Information, n.d.).

Như vậy, với nồng độ CYA cao nhất tại hồ bơi P1 là 325 mg/l, kết hợp với thời gian tiếp xúc thực tế từ 1 - 2 giờ, là vượt ngưỡng an toàn và có nguy cơ ảnh hưởng đến da, mắt, niêm mạc đường hô hấp và tiêu hóa.

**4. KẾT LUẬN**

Khảo sát nồng độ CYA trong nước tại 5 bể bơi ở Hà Nội cho thấy: 3 bể (P2, P3, P5) không phát hiện CYA, có thể do không sử dụng TCCA mà thay vào đó là các chất khử trùng khác; một bể (P4) có nồng độ CYA dao động trong khoảng 36,28–43,11 mg/l, nằm trong giới hạn an toàn theo khuyến cáo của NSPF và WHO (<100 mg/l); trong khi đó, một bể (P1) có nồng độ CYA cao bất thường, dao động từ 267,87–324,35 mg/l, vượt gấp 2–3 lần ngưỡng khuyến cáo, tiềm ẩn nguy cơ gây hại cho mắt, da và hệ hô hấp của người



sử dụng. Tuy nhiên, nghiên cứu còn tồn tại một số hạn chế như: Số lượng mẫu nước và bể khảo sát còn ít, chưa đại diện đầy đủ cho toàn bộ hệ thống bể bơi tại Hà Nội; đồng thời, chưa phân tích cụ thể mối liên hệ giữa tần suất sử dụng TCCA và mức độ tích lũy CYA theo thời gian. Từ kết quả này, nghiên cứu mở ra hướng tiếp cận mới trong việc theo dõi và kiểm soát các hợp chất phụ sau khử trùng trong bể bơi – đặc biệt là CYA – nhằm nâng cao hiệu quả khử trùng đồng thời đảm bảo an toàn cho người sử dụng. Các nghiên cứu tiếp theo có thể mở rộng phạm vi khảo sát, kết hợp với phân tích định kỳ và dài hạn để xác định xu hướng tích tụ CYA và ảnh hưởng sức khỏe theo thời gian. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu, nhóm tác giả kiến nghị các cơ quan quản lý nhà nước xem xét ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về giới hạn CYA trong nước bể bơi, đồng thời hướng dẫn các cơ sở quản lý bể bơi lựa chọn và sử dụng hóa chất xử lý nước phù hợp nhằm đảm bảo an toàn sức khỏe cộng đồng ■

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. World Health Organization. (2006). *Guidelines for safe recreational water environments – Volume 2*. <https://www.who.int>
2. Centers for Disease Control and Prevention. (2009, November 30). *Healthy swimming*. <https://www.cdc.gov>
3. Baxter, R. (1994, April). *Swimming pool*. *Chem Matters*, 10–12.
4. Anping, C., Yuxia, L., Junfeng, C., Zhen, R., Yonghong, Z., Feng, Y., et al. (2020). *Electro Catalytic degradation of cyanuric acid in swimming pool water*. *Applied Chemical Engineering*, 49, 1970–1973. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1671-3206.2020.0>
5. World Health Organization. (2000). *Disinfectants and disinfectant by-products: Environmental health criteria 216*. Geneva.
6. Falk, R. A., Blatchley, E. R. III, Kuechler, T. C., Meyer, E. M., Pickens, S. R., & Suppes, L. M. (2019). *Assessing the impact of cyanuric acid on bather's risk of gastrointestinal illness at swimming pools*. *Water*, 11(6), 1314. <https://doi.org/10.3390/w11061314>.
7. Huthmacher, K., & Most, D. (2005). *Cyanuric acid and cyanuric chloride*. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH. <https://doi.org/10.1002/14356007.a08191>.
8. U.S. Food and Drug Administration. (2007). *Interim melamine and analogues safety/risk assessment; availability*. *Federal Register*, 72(103). (Archived December 16, 2007).
9. Pickens SR. *Cyanuric acid requirement versus free chlorine in Pool water*. *J Swim Pool Spa Ind.* (2023) 6:6–13.
10. Yuan W, Xiaojun L, Jian L, Yujia P, Zhirong Z, Yuting L, et al. *Turbidimetric determination of cyanuric acid in swimming Pool water*. *Chin J Disinf.* (2021) 38:2. doi: 10.11726/j.issn.1001-7658.2021.02.001 <https://doi.org/10.11726/j.issn.1001-7658.2021.02.001>.
11. Zhu H, Kannan K. *Occurrence and distribution of melamine and its derivatives in surface water, drinking water, precipitation, wastewater, and swimming pool water*. *Environ Pollut.* (2020) 258:113743. doi: 10.1016/j.envpol.2019.113743.
12. OECD. (1999). *Screening Information Data Set for isocyanuric acid (CYAS No. 108-80-5)*. <http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECD/SIDS/108805.pdf>.
13. Dobson, R. L. M., Motlagh, S., Quijano, M., Cambron, R. T., Baker, T. R., Pullen, A. M., et al. (2008). *Identification and characterization of toxicity of contaminants in pet food leading to an outbreak of renal toxicity in cats and dogs*. *Toxicological Sciences*, 106(1), 251–262. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfn160>.
14. Cantu, R. O. (2005, July 15). *HPLC determination of cyanuric acid in swimming pool waters using phenyl and confirmatory porous graphitic carbon columns*. EPA Science Inventory. [http://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?dirEntryId=65053](http://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?dirEntryId=65053).
15. Askins, A. (2013). *Cyanuric acid in commercial swimming pools and its effects on chlorine's "staying power" and oxidation reduction potentials* [Master's thesis, North Carolina State University].
16. Chappell, T. (2013, April 5). *Section Chief of the Wake County Plan Review and Sanitation Program*. (A. Askins, Interviewer).
17. Yilmaz, Ü. T., & Yazar, Z. (2010). *Determination of cyanuric acid in swimming pool water and milk by differential pulse polarography*. *Journal of AOAC International*, 38(9), 816–821.
18. Xiaojun, L., Haizhen, W., & Yueming, W. (2018). *Study on the content of cyanuric acid in swimming pool water and its effect on chlorination disinfection*. *Chinese Journal of Disinfection*, 35(6). <https://doi.org/10.11726/j.issn.1001-7658.2018.06.018>.
19. Taylor Technologies, Inc. (2011). *Pool and spa water chemistry: A testing and treatment guide* (Waterproof ed.). Taylor Technologies Inc.
20. Wojtowicz, J. A. (2001). *Cyanuric acid technology*. *Journal of the Swimming Pool and Spa Industry*, 80–84.
21. ScienceLab.com, Inc. (2012, June 9). *Cyanuric acid MSDS*. Houston, TX.
22. Wang, S., Zhang, J., Zhang, S., Shi, F., Feng, D., & Feng, X. (2021). *Exposure to melamine cyanuric acid in adolescent mice caused emotional and behavioral disorder*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 211, 111938. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.111938>
23. National Center for Biotechnology Information. (n.d.). *Cyanuric acid - NIOSH toxicity data*. PubChem. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cyanuric-acid#section=NIOSH-Toxicity-Data>.