



MÔ HÌNH HÓA CÁC TÁC ĐỘNG TIỀM ẨN ĐẾN MÔI TRƯỜNG CỦA QUÁ TRÌNH TỔNG HỢP CÁC-BON CHẤM LƯỢNG TỬ TỪ CHITOSAN

ĐẶNG HOA LƯ¹, NGUYỄN THỊ PHƯƠNG THẢO¹, TRẦN TRUNG KIÊN¹,
NGUYỄN VIỆT THẮNG¹, LÊ THANH HẢI¹, NGUYỄN LÊ MINH TRÍ^{1*}

¹Viện Môi trường và Tài nguyên, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh

Tóm tắt:

Ngành nuôi tôm không chỉ mang lại giá trị kinh tế lớn mà còn đóng vai trò quan trọng trong chiến lược phát triển bền vững của vùng. Tuy nhiên, ngành này cũng đối mặt với nhiều thách thức, như ô nhiễm môi trường từ nước thải và bùn thải, dịch bệnh trên tôm và tác động của biến đổi khí hậu. Do đó, việc sử dụng phụ phẩm là đầu tôm và vỏ tôm từ quá trình chế biến tôm để chiết xuất chitosan sẽ giảm thiểu gánh nặng về lượng vỏ tôm và đầu tôm thải ra môi trường. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích dòng vật chất để tính toán các chỉ số môi trường của quá trình tổng hợp các-bon chấm lượng tử chitosan với sự hỗ trợ của công cụ tính toán WAR cho 4 trường hợp và 3 dạng nguồn năng lượng khác nhau được khảo sát. Kết quả cho thấy, việc sử dụng chitosan làm nguồn nguyên liệu đầu vào và việc chuyển đổi từ than đá sang dầu mỏ, khí tự nhiên góp phần giảm thiểu tác động của quá trình tổng hợp các-bon chấm lượng tử đến môi trường.

Từ khóa: Các-bon chấm lượng tử, chitosan, hóa học, hệ sinh thái, tính toán.

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

Modelling potential environmental impacts of the synthesis of chitosan-based carbon quantum dots

Abstract:

The shrimp farming industry not only brings significant economic value but also plays an important role in the region's sustainable development strategy. However, this industry also faces many challenges, such as environmental pollution from wastewater and sludge, shrimp diseases and the impacts of climate change. Therefore, utilizing by-products such as shrimp heads and shells from the shrimp processing process to extract chitosan helps reduce the environmental burden caused by the disposal of these waste materials. In this study, the potential environmental impacts of the synthesis of chitosan-based carbon quantum dots were calculated using a mass flow analysis with the aid of a calculation tool over four studied scenarios and three different supplied energy sources. The results indicated that using chitosan as a raw material and transitioning from coal to petroleum, natural gas help to mitigate the environmental impacts of the synthesis.

Keywords: Carbon quantum dots, chitosan, chemical, ecological system, calculation.

JEL Classifications: N50, N54, O13.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vùng đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) sở hữu tiềm năng lớn để phát triển nghề thủy sản nước lợ, đặc biệt là nuôi tôm. Ngành nuôi tôm không chỉ mang lại giá trị kinh tế lớn mà còn đóng vai trò quan trọng trong chiến lược phát triển bền vững của vùng (Quyen et al., 2020). Tuy nhiên, ngành này cũng đối mặt với nhiều thách thức, như ô nhiễm môi trường từ nước thải và bùn thải, dịch bệnh trên tôm và tác động từ biến đổi khí hậu (Nguyen and Ford, 2010). Do đó, việc sử dụng phụ phẩm là đầu tôm và vỏ tôm từ quá trình chế biến

tôm để chiết xuất chitosan sẽ giảm thiểu gánh nặng về lượng vỏ tôm, đầu tôm thải ra môi trường.

Chitosan là một hợp chất được tạo thành từ chitin, một loại polysaccharide có nguồn gốc chủ yếu từ vỏ của các loài giáp xác như tôm, cua và một số loại nấm (Lichtfouse, 2021). Một trong những điểm nổi bật của chitosan là tính ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau (Sharif et al., 2018). Trong nông nghiệp, chitosan được đánh giá cao nhờ vào khả năng giúp cho đất trồng giữ nước (Dhar et al., 2020). Bên cạnh đó, chitosan còn có nhiều ứng dụng trong lĩnh vực xử

lý nước và là nguồn nguyên liệu đầu vào của các quá trình tổng hợp vật liệu (Islam et al., 2020). Trong số đó, các-bon chấm lượng tử (CQDs) là một vật liệu có thể được tổng hợp từ chitosan bằng phương pháp thủy nhiệt. Sản phẩm tạo thành của quá trình thủy nhiệt với chitosan là vật liệu có cấu trúc các-bon có kích thước nhỏ hơn 10 nm (Islam et al., 2020). Nhờ vào các đặc điểm nổi bật như khả năng phát quang mạnh khi được kích thích bằng ánh sáng, khả năng dẫn điện tốt và thân thiện với môi trường, CQDs được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau như y học, sinh học, môi trường, năng lượng và vật liệu (Song et al., 2018). Trong nghiên cứu của mình, Varsha Raveendran và cộng sự đã chế tạo đầu dò từ vật liệu CQDs để phát hiện đồng thời Fe (III) và axit ascorbic (Raveendran et al., 2019). Nghiên cứu của Waseem Akhtar Qureshi và cộng sự đã cho thấy khả năng kháng khuẩn của vật liệu CQDs được tổng hợp từ vỏ lựu (Qureshi et al., 2021). Trong khi đó, nghiên cứu của Marzieh Rezaeia và cộng sự đã cho thấy hoạt tính xúc tác quang của vật liệu CQDs được tổng hợp từ hạt của cây cỏ Cà ri (*Trigonella foenum-graecum* L.) (Rezaeia et al., 2022).

Nghiên cứu này sử dụng công cụ tính toán WAR (Waste reduction algorithm) để tính toán các chỉ số môi trường của quá trình tổng hợp CQDs từ chitosan dựa trên các yếu tố năng lượng tiêu tốn trong quá trình tổng hợp và sản phẩm tạo thành. Hiện chưa có nghiên cứu nào tính toán các chỉ số môi trường của quá trình tổng hợp CQDs từ chitosan.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu này thực hiện việc tính toán các chỉ số môi trường đối với quá trình tổng hợp CQDs từ chitosan ở quy mô pilot (Hình 1). CQDs được tổng hợp bằng phương pháp thủy nhiệt chitosan với dung dịch acetic acid 1% ở 180°C trong 12h (Song et al., 2018). Dung dịch tạo thành sau quá trình thủy nhiệt được thẩm tách bằng màng bán thấm để thu dung dịch CQDs. Sau đó tiến hành sấy chân không để thu được CQDs (r).



Hình 1. Quy trình tổng hợp vật liệu CQDs từ chitosan

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp tính toán các chỉ số môi trường

Các chỉ số môi trường được tính toán bao gồm: Chỉ số rủi ro gây độc tính đối với con người thông qua đường tiêu hóa (HTPI), chỉ số rủi ro gây độc tính đối với con người qua tiếp xúc (HTPE), chỉ số rủi ro gây độc tính đối với môi trường nước (ATP), chỉ số rủi ro

gây độc tính đối với môi trường đất (TTP), chỉ số rủi ro gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu (GWP), chỉ số rủi ro gây suy giảm tầng ô-dôn (ODP), chỉ số rủi ro gây ra hiện tượng oxy hóa quang hóa (PCOP) và chỉ số rủi ro gây ra hiện tượng axit hóa (AP). Các chỉ số này được tính toán bằng công cụ WAR dựa trên các dữ liệu về lưu lượng của các dòng nguyên vật liệu, dữ liệu về tỉ phần khối lượng của các thành phần tham gia vào quá trình tổng hợp (Barrett et al., 2011). Các giá trị thể hiện tác động môi trường tiềm ẩn (PEI) của một hệ thống bao gồm: tốc độ phát thải PEI ra khỏi hệ thống do các quá trình hóa học tạo thành, $i_{ra}^{(cp)}$; tốc độ phát thải PEI ra khỏi hệ thống do các quá trình sản sinh năng lượng có ích, $i_{ra}^{(ep)}$; tốc độ phát thải PEI ra khỏi hệ thống do sự giải phóng năng lượng dư thừa trong quá trình sản sinh năng lượng, $i_{we}^{(cp)}$; PEI phát thải ra khỏi hệ thống do sự giải phóng năng lượng dư thừa từ các quá trình hóa học, $i_{we}^{(ep)}$. Các giá trị này được tính dựa vào cân bằng khối lượng và năng lượng, cùng với thông tin về tác động môi trường của các hợp chất hóa học và năng lượng theo công thức sau:

$$i_{ra}^{(t)} = i_{ra}^{(cp)} + i_{ra}^{(ep)} + i_{we}^{(cp)} + i_{we}^{(ep)} \quad (1)$$

$$i_{ra}^{(t)} = \frac{i_{ra}^{(cp)} + i_{ra}^{(ep)} + i_{we}^{(cp)} + i_{we}^{(ep)}}{\sum P P_p} \quad (2)$$

$$i_{san\ sinh}^{(t)} = i_{ra}^{(cp)} - i_{vào}^{(cp)} + i_{ra}^{(ep)} - i_{vào}^{(ep)} + i_{we}^{(cp)} + i_{we}^{(ep)} \quad (3)$$

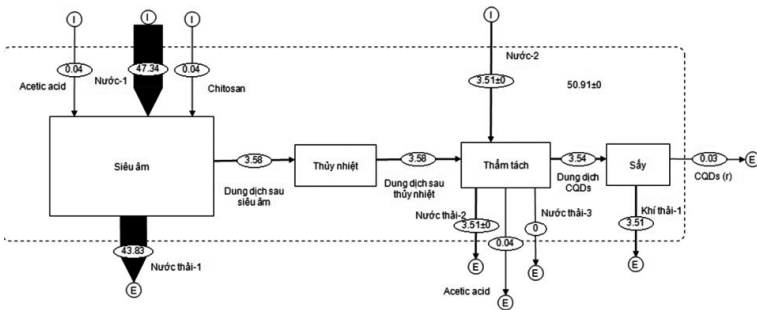
$$i_{san\ sinh}^{(t)} = \frac{i_{ra}^{(cp)} - i_{vào}^{(cp)} + i_{ra}^{(ep)} - i_{vào}^{(ep)} + i_{we}^{(cp)} + i_{we}^{(ep)}}{\sum P P_p} \quad (4)$$

Trong đó, P_p là lưu lượng dòng của sản phẩm thứ p tạo thành trong quá trình tổng hợp.

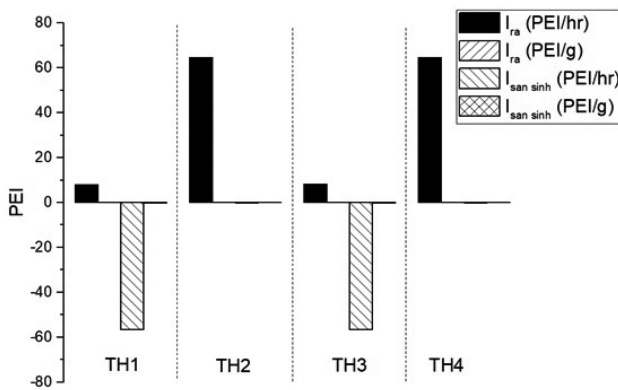
Quá trình tính toán các chỉ số tác động môi trường được xem xét với 4 trường hợp: không bao gồm dòng sản phẩm và dòng năng lượng trong quá trình tính toán (TH1); chỉ bao gồm dòng sản phẩm trong quá trình tính toán (TH2); chỉ bao gồm dòng năng lượng trong quá trình tính toán (TH3); bao gồm cả dòng sản phẩm và dòng năng lượng trong tính toán (TH4). Trong nghiên cứu này, than đá là vật liệu được sử dụng làm nguồn năng lượng cung cấp cho quá trình tổng hợp.

- Phương pháp phân tích dòng vật chất

Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích dòng vật chất (SFA) để tối ưu các dòng vật chất trong quá trình tổng hợp vật liệu CQDs. Phương pháp này dựa trên quy tắc cân bằng khối lượng của các dòng vật chất ra và vào hệ thống bao gồm các quá trình được giới hạn trong đường biên (Hình 2). Để tối ưu các dòng vật chất này, nghiên cứu sử dụng phần mềm STAN 2.7 cho các phép tính tối ưu hóa các giá trị lưu lượng của



Hình 2. Sơ đồ dòng vật chất trong quá trình tổng hợp vật liệu CQDs từ chitosan



Hình 3. Tác động môi trường tiềm ẩn của quá trình tổng hợp CQDs đến môi trường

các dòng luân chuyển trong hệ thống khảo sát. Các giá trị số trong Hình 2 thể hiện các giá trị lưu lượng (g/h) của các dòng vật chất luân chuyển trong hệ thống.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Phân tích khả năng của quá trình tổng hợp CQDs ảnh hưởng đến môi trường

Hình 3 cho thấy ảnh hưởng của quá trình tổng hợp CQDs đến môi trường được thể hiện qua các giá trị PEI tương ứng với 4 trường hợp được khảo sát. Giá trị PEI của dòng đầu ra mỗi giờ của TH2 cao hơn TH3 và giá trị PEI đầu ra mỗi giờ của TH3 không thay đổi so với TH1 chứng tỏ các hóa chất sử dụng là các tác nhân gây ảnh hưởng đến môi trường. Giá trị PEI của dòng sản sinh mỗi giờ bởi hệ thống trong các trường hợp lần lượt là -56,6 PEI/h (TH1), -0,04 PEI/h (TH2), -56,6 PEI/h (TH3) và -0,03 PEI/h (TH4). Các giá trị âm này cho thấy quá trình tổng hợp CQDs từ chitosan góp phần làm giảm tác động đến môi trường (Meramo-Hurtado et al., 2020; Moreno-Sader et al., 2020). Giá trị PEI giảm đi khi chuẩn hóa dòng đầu ra và dòng sản sinh bởi 1 đơn vị khối lượng sản phẩm tạo thành, cho thấy các ảnh hưởng đến môi trường của quá trình tổng hợp CQDs chủ yếu là do vật liệu CQDs.

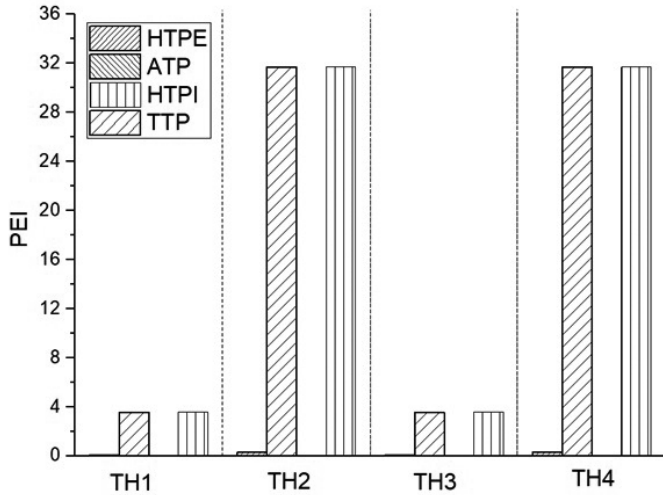
3.2. Phân tích độc tính tiềm ẩn của quá trình tổng hợp CQDs

Độc tính tiềm ẩn của quá trình tổng hợp CQDs đối với con người và hệ sinh thái được đánh giá thông qua các chỉ số HTPI,

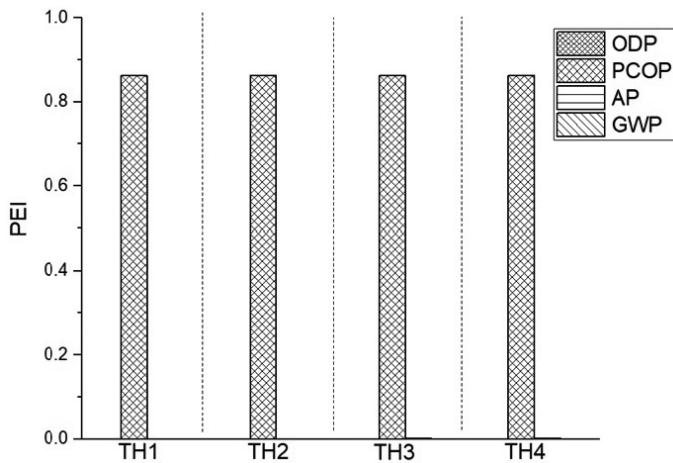
HTPE, ATP và TTP. Các dòng đầu ra ra cũng như sản sinh mỗi giờ của 4 trường hợp được xem xét để đánh giá. Hình 4 cho thấy quá trình tổng hợp CQDs chủ yếu tác động đến con người và môi trường đất thông qua các chỉ số HTPI và TTP ở dòng đầu ra mỗi giờ của hệ thống. Đối với dòng đầu ra mỗi giờ, chỉ số HTPI ở cả TH1 và TH3 chiếm 44% trong tổng PEI của từng TH1 và TH3, trong khi ở TH2 và TH4 thì chỉ số HTPI chiếm 49% trong tổng PEI của từng TH2 và TH4. Các kết quả tương tự cũng được ghi nhận đối với chỉ số TTP ở dòng đầu ra. Đối với dòng sản sinh mỗi giờ, chỉ số HTPI chiếm 49% ở TH1, TH2 và TH3 và 53% ở TH4. Các chỉ số HTPI, HTPE, ATP và TTP của dòng sản sinh đều có giá trị âm, cho thấy việc sử dụng chitosan góp phần giảm thiểu tác động đến môi trường.

3.3. Phân tích tác động tiềm ẩn của quá trình tổng hợp CQDs đến bầu khí quyển

Tác động tiềm ẩn của quá trình tổng hợp CQDs đến bầu khí quyển được thể hiện qua các nhóm chỉ số đánh giá bao gồm nhóm chỉ số đánh giá tác động ở cấp độ toàn cầu (GWP, ODP) và chỉ số đánh giá tác động ở cấp độ vùng (PCOP, AP). Kết quả phân tích ở Hình 5 cho thấy, đối với dòng đầu ra, quá trình tổng hợp CQDs có giá trị PEI của GWP và ODP $< 10^{-4}$ (đối với TH4). Giá trị PEI của chỉ số GWP là $2,44 \times 10^{-4}$ PEI/kg đối với CO_2 theo tiêu chuẩn GreenHouse Gas Protocol (Institute, 2015). Trong khi đó, giá trị này đối với quá trình tổng hợp CQDs là $2,05 \times 10^{-4}$ PEI/kg, điều này cho thấy quá trình tổng hợp CQD gần đạt đến ngưỡng gây ấm lên toàn cầu. Các hóa chất sử dụng trong quá trình tổng hợp CQDs không gây ấm lên toàn cầu và làm suy giảm tầng ô-dôn (giá trị PEI của GWP và ODP bằng 0 đối với TH1). Tuy nhiên, quá trình tổng hợp CQDs có khả năng gây nên các hiện tượng môi trường liên quan đến quá trình quang hóa và axit hóa (PCOP = $8,62 \times 10^{-1}$ PEI/h, ODP = $2,57 \times 10^{-3}$ PEI/h) (Moreno-Sader et al., 2020).



Hình 4. Các chỉ số thể hiện độc tính tiềm ẩn của quá trình tổng hợp CQDs đến môi trường



Hình 5. Các chỉ số thể hiện tác động tiềm ẩn của quá trình tổng hợp CQDs đến bầu khí quyển

3.4. Phân tích tác động môi trường tiềm ẩn của các dạng nguồn năng lượng khác nhau cung cấp cho quá trình tổng hợp CQDs

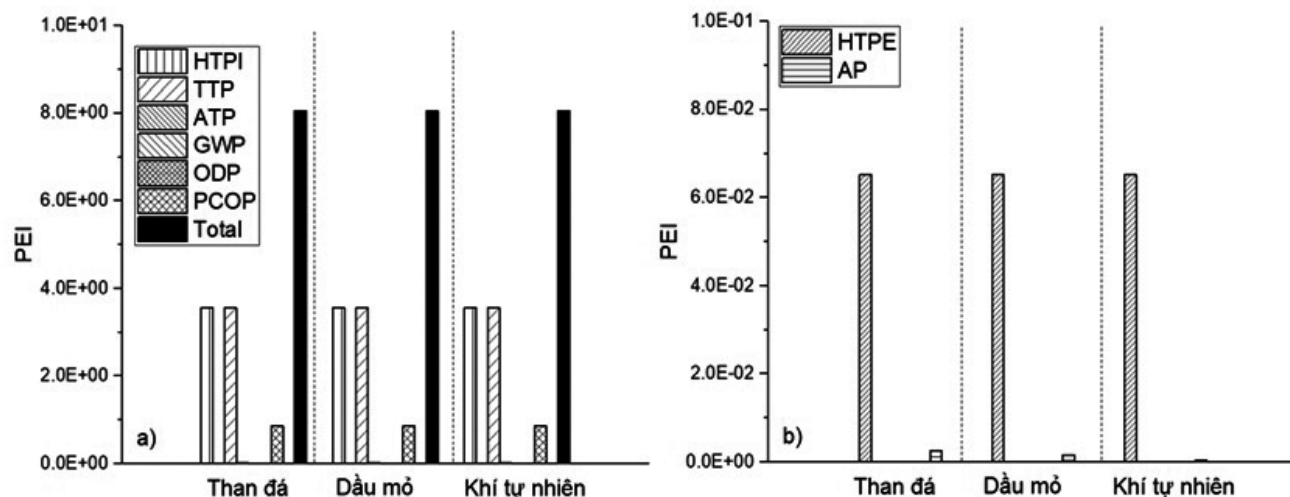
Nghiên cứu tiến hành phân tích tác động môi trường tiềm ẩn của 3 dạng nguồn năng lượng khác nhau cung cấp cho quá trình tổng hợp CQDs bao gồm: than đá, khí tự nhiên và dầu mỏ. Quá trình tính toán các nhóm chỉ số đánh giá tác động chỉ xét đến sự tham gia của dòng năng lượng (TH3) vào quá trình tổng hợp CQDs. Kết quả tính toán được thể hiện trong Hình 6. Giá trị PEI tổng cộng của dòng đầu ra mỗi giờ không thay đổi khi sử dụng các dạng nguồn năng lượng khác nhau. Khi xem xét nhóm chỉ số bao gồm các chỉ số HTPI, HTPE, ATP và TTP ở dòng đầu ra của quá trình tổng hợp CQDs, nghiên cứu cho thấy mức độ rủi ro gây độc của quá trình tổng hợp CQDs là như nhau đối với cả 3 dạng nguồn năng lượng được khảo

sát, trong đó chủ yếu là khả năng gây độc đối với con người thông qua đường tiêu hóa và khả năng gây độc đối với môi trường đất. Đối với các nhóm chỉ số dùng để đánh giá tác động tiềm ẩn của quá trình tổng hợp CQDs đến bầu khí quyển, nghiên cứu cho thấy đối với quá trình tổng hợp CQDs, các tác động tiềm ẩn của 3 dạng nguồn năng lượng khác nhau đến bầu khí quyển là rất thấp, gần như bằng 0. Trong đó, rủi ro gây ra hiện tượng ấm lên toàn cầu, rủi ro gây suy giảm tầng ô-dôn và rủi ro gây ra hiện tượng axit hóa được giảm thiểu khi nguồn năng lượng chuyển đổi từ than đá sang dầu mỏ và khí tự nhiên. Điều này có thể được giải thích là do lượng khí nhà kính phát thải từ than đá khi đốt cao hơn so với dầu mỏ và khí tự nhiên (Kim et al., 2023). Bên cạnh đó, việc sử dụng khí tự nhiên làm nguồn năng lượng cung cấp cho quá trình tổng hợp CQDs sẽ giúp giảm thiểu tác động môi trường ở cấp độ vùng thể hiện qua việc giảm rủi ro gây ra hiện tượng axit hóa.

4. KẾT LUẬN

Quá trình tổng hợp CQDs từ chitosan góp phần làm giảm tác động đến môi trường được thể hiện qua giá trị PEI âm của dòng sản phẩm mỗi giờ của hệ thống. Các ảnh hưởng đến môi trường của quá trình tổng hợp CQDs chủ yếu đến từ vật liệu CQDs tạo thành được thể hiện việc giảm giá trị PEI của dòng đầu ra và dòng sản phẩm tính trên 1 đơn vị khối lượng sản phẩm tạo thành. Nghiên cứu cho thấy, quá trình tổng hợp CQDs chủ yếu gây ra các rủi ro đến con người và môi trường đất cũng như có khả năng gây nên các hiện tượng môi trường liên quan đến quá trình quang hóa và axit hóa. Tuy nhiên, các hóa chất được sử dụng trong quá trình tổng hợp CQDs không gây ấm lên toàn cầu và làm suy giảm tầng ô-dôn. Các rủi ro này được giảm thiểu khi nguồn năng lượng cung cấp cho quá trình tổng hợp CQDs chuyển đổi từ than đá sang dầu mỏ và khí tự nhiên. Nghiên cứu cho thấy tiềm năng của chitosan làm vật liệu “xanh” cho quá trình tổng hợp vật liệu CQDs.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả trân trọng cảm ơn Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, Viện Môi trường và Tài nguyên, Sở Khoa học và Công nghệ TP. Hồ Chí Minh đã hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi cho nhóm thực hiện đề tài. Nghiên cứu này được thực hiện trong quá trình thực hiện đề tài khoa học công nghệ theo hợp đồng số 67/2024/HĐ-QKHCN ■



Hình 6. Các chỉ số thể hiện tác động môi trường tiềm ẩn của 3 dạng nguồn năng lượng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- National Toxicology Program. 2017. NTP Technical Report on the Toxicity Study of Chitosan (CASRN 9012-76-4) Administered in Feed to Sprague Dawley [CrI:CD(SD)] Rats: Toxicity Report 93 [Internet].
- Barrett, W.M., van Baten, J. and Martin, T. 2011. Implementation of the waste reduction (WAR) algorithm utilizing flowsheet monitoring. *Computers & Chemical Engineering* 35(12), 2680-2686.
- Dhar, A.R., Uddin, M.T. and Roy, M.K. 2020. Assessment of organic shrimp farming sustainability from economic and environmental viewpoints in Bangladesh. *Environmental Research* 180, 108879.
- Institute, W.R. 2015. Global Warming Potential Values. *Greenhouse Gas Protocol*.
- Islam, M.M., Shahruzzaman, M., Biswas, S., Nurus Sakib, M. and Rashid, T.U. 2020. Chitosan based bioactive materials in tissue engineering applications -A review. *Bioactive Materials* 5(1), 164-183.
- Kim, R.H., Baek, C., Kim, E., Jeong, Y. and Cho, S. 2023. Potential global warming impact of 1 kW polymer electrolyte membrane fuel cell system for residential buildings on operation phase. *Energy for Sustainable Development* 73, 376-386.
- Lichtfouse, E. 2021. *Sustainable Agriculture Reviews* 52, Springer Nature.
- Meramo-Hurtado, S., Alarcón-Suesca, C. and González-Delgado, Á.D. 2020. Exergetic sensibility analysis and environmental evaluation of chitosan production from shrimp exoskeleton in Colombia. *Journal of Cleaner Production* 248, 119285.
- Moreno-Sader, K., Meramo-Hurtado, S.I. and González-Delgado, A.D. 2020. *Environmental sustainability analysis of chitosan microbeads production for pharmaceutical applications via computer-aided simulation, WAR and TRACI assessments. Sustainable Chemistry and Pharmacy* 15, 100212.
- Nguyen, T.T.H. and Ford, A. 2010. *Learning from the Neighbors: Economic and Environmental Impacts from Intensive Shrimp Farming in the Mekong Delta of Vietnam*, pp. 2144-2162.
- Qureshi, W.A., Vivekanandan, B., Jayaprasath, J.A., Ali, D., Alarifi, S. and Deshmukh, K. 2021. Antimicrobial Activity and Characterization of Pomegranate Peel-Based Carbon Dots. *Journal of Nanomaterials* 2021(1), 9096838.
- Quyên, N.T., Hien, H.V., Khoi, L.N., Yagi, N. and Karia Lerøy Riple, A. 2020. *Quality Management Practices of Intensive Whiteleg Shrimp (Litopenaeus vannamei) Farming: A Study of the Mekong Delta, Vietnam*.
- Raveendran, V., Suresh Babu, A.R. and Renuka, N.K. 2019. Mint leaf derived carbon dots for dual analyte detection of Fe(III) and ascorbic acid. *RSC Advances* 9(21), 12070-12077.
- Rezaeia, M., Hekmat, A., Chamani, J., Sadri, K. and Darroudi, M. 2022. Synthesis of carbon quantum dots from *Trigonella foenum-graecum* L. seeds extract and investigation of their cytotoxicity and photocatalytic properties. *Inorganic Chemistry Research* 6(2), 107-113.
- Sharif, R., Mujtaba, M., Ur Rahman, M., Shalmani, A., Ahmad, H., Anwar, T., Tianchan, D. and Wang, X. 2018. *The Multifunctional Role of Chitosan in Horticultural Crops; A Review*.
- Song, J., Zhao, L., Wang, Y., Xue, Y., Deng, Y., Zhao, X. and Li, Q. 2018. Carbon Quantum Dots Prepared with Chitosan for Synthesis of CQDs/AuNPs for Iodine Ions Detection. *Nanomaterials (Basel)* 8(12).